

## Faktorer som påverkar antalet ungskogsröjningar i tallbestånd

*Factors affecting the number of pre-commercial thinning in  
young pine forest stands*



Bild: Johan Gotthardsson

**Johan Gotthardsson**





# Examensarbeten

Fakulteten för skogsvetenskap  
Institutionen för skogens ekologi och skötsel

2018:7

## Faktorer som påverkar antalet ungskogsröjningar i tallbestånd

*Factors affecting the number of pre-commercial thinning in  
young pine forest stands*

**Johan Gotthardsson**

### **Nyckelord / Keywords:**

Skogsvård, röjning, ungskogsröjning, tall, ståndort, stubbskott, röjstammar, markfuktighet /  
*Forestry, cleaning, precommercial thinning (PCT), young forests, pine trees, habitat, stump  
shoots, PCT-stems, soil moisture*

---

ISSN 1654-1898

Umeå 2018

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Jägmästarprogrammet / *Master of Science in Forestry*

Examensarbete i skogsvetenskap / *Master degree thesis in Forest Sciences*

EX0831, 30 hp, avancerad nivå A2E / *advanced level A2E*

Handledare / *Supervisor*: Erik Valinger

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Extern handledare / *External supervisor*: Peter Christoffersson, Holmen Skog AB

Examinator / *Examiner*: Lars Lundqvist

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handledts och granskats av handledaren, och godkänts av examiner. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

*This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.*

## Sammanfattning

Röjning är en av de viktigaste åtgärderna för att forma framtida skogsbestånd. Röjning har utförts på liknande sätt under de senaste 50 åren och har inte gynnats av samma tekniska utveckling som drivning. För att upprätthålla ett hållbart skogsbruk är det viktigt att skogsvården utförs på ett korrekt och kostnadseffektivt sätt.

Syftet med denna studie är att finna de ståndortsfaktorer och skogsvårdsfaktorer som påverkar antalet röjningar i ungskogar planterade med tall på Holmens skogsmarker vid Rimbo, Delsbo och Vindeln. I studien har både röjda och oröjda bestånd undersökts.

De oröjda bestånden där första röjningen behöver utföras tidigt fanns främst på marker med långvarigt rörligt markvatten som indikerade god bonitet enligt denna studie. Kortare hyggesvila ledde till en ökad höjddifferens mellan huvudstammar och röstammar vilket minskade risken för mer än en röjning.

Resultatet från de röjda ytorna visade att tidiga röjningar på fuktiga marker ökade risken för fler röjningar genom konkurrens från stubbskott av björk. Ifall höjdkonkurrensen från röstammar är låg bör man undvika att röja bestånden innan 2,5 m för att undvika mer än en röjning. I många bestånd finns variationer vad gäller markfuktighet och en del bestånd bör avgränsas vid röjningen, detta går att genomföra med hjälp av exempelvis markfuktighetskartor och IR-ortofoton.

## Abstract

Cleaning (PCT) is one of the most important aspects of shaping future forests. PCT has been done in a similar manner over the last 50 years and has not been benefited from the same technological development as harvesting and forwarding. In order to maintain sustainable forestry, it is important that forest management is carried out in a correct and cost-effective way.

The purpose of this study was to find site and forestry factors that affect the number of PCTs in young forests planted with pine at Holmen's woodland in the areas around Rimbo, Delsbo and Vindeln. In the study, both cleaned and uncleaned areas have been investigated.

In the un-cleared areas where the first PCT needed to be carried out early, it was mainly found on fields of long-term, variable groundwater table that indicated good site-quality. Shorter logging rest lead to a reduced risk of having to perform more than one PCT since the height difference between main stems and stems that should be cleaned increased.

The result showed that early cleaning on damp fields increased the risk of more PCTs by competition from stump shoots from birches. If the height competition from stems that needed to be cleaned was low, the recommendation would be to avoid cleaning the stand before 2.5m in height to avoid more than one PCT. In many stocks there were variations in soil moisture and some stocks should be delimited in the PCT, based on soil moisture maps and on IR orthophotos.

# Förord

Detta arbete är resultatet av mitt examensarbete (30hp) vid institutionen för Skogens ekologi och skötsel på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Umeå som ingår i examen till jägmästare.

Finns många personer att tacka för att man kom in på den skogliga vägen.

Främst skulle jag vilja tacka min far, Stefan Gotthardsson som fick mig intresserad av skogen och började min skogliga bana vid 13 års ålder. Därefter min kusin Niklas Gotthardsson som inspirerade mig gjorde det möjligt att ta steget ut som skogsvårdsentreprenör vid 19 års ålder. Tidigare skogsvårdsledare vid Holmen Skog vid Umeå-distriktet som gett mig möjligheten att fortsätta med skogsvård fram tills idag.

Under detta arbete skulle jag vilja tacka min mor, Berith Gotthardsson, som hjälpt till med att komma med förslag angående språket.

Nuvarande skogsvårdsledare för Holmen Skog vid Umeå-distriktet Emil Strömberg som hjälpt till med en del uppdaterade rövning och planteringsinstruktioner.

Skogsskötselchefen för Holmen Skog, Olov Norgren som gav mig möjligheten att få skriva detta arbete och även hjälpt till med en del funderingar man haft under arbetets gång.

Holmen Skogs verksamhetsutvecklare för skogsvård och vilt, Peter Christoffersson som i egenskap av extern handledare hjälpt till med bland annat att visa hur beståndsregistret fungerar och varit hjälpsam med praktiskt stöd.

Professor Erik Valinger vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel som varit min handledare här vid SLU och som stöttat mig under arbetets gång med synpunkter på hur man kunnat förbättra arbetet.

Björn Elfving vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel som i slutskedet av arbetet hjälpte till med beräkningarna av omröjningsbehovet.

Sist men inte minst mina klasskompisar i kurs 13/18 som hjälpt till på olika sätt, ingen nämnd ingen glömd!

# Innehållsförteckning

Sammanfattning .....	1
Abstract .....	2
Förord.....	3
Introduktion.....	5
Bakgrund.....	5
Föryngring .....	5
Ungskogsröjning .....	6
Skador i ungskogar .....	7
Ståndortsfaktorer.....	8
Tillväxt.....	8
Holmens mål med skogsskötseln .....	9
Syfte .....	10
Hypoteser: .....	10
Material och metod .....	11
Material .....	11
Metod .....	12
Analyser .....	13
Resultat .....	14
Resultat metod 1 .....	14
Resultat metod 2 .....	17
Sannolikheten för mer än en röjning.....	22
Diskussion.....	26
Skogsvård.....	26
Ståndorten .....	27
Utförandet av en 2 stegsröjning .....	29
Felkällor .....	30
Slutsatser: .....	31
Referenser .....	32
Muntliga referenser .....	36
Bilagor .....	37
Bilaga 1 Beståndsuppgifter för de röjda ytorna .....	37
Bilaga 2 Beståndsuppgifter för de oröjda ytorna. ....	38
Bilaga 3. Data från de ytor som är planerade för röjningsinventering före röjning. ....	39
Bilaga 4 Antal röjstammar baserat på jordart. ....	40



# Introduktion

## Bakgrund

Hållbart skogsbruk med fokus på hög tillväxt är ett av målen hos Holmen (Normark 2015). Trakthyggesbruket har sedan 1950 talet varit det dominerande systemet i det svenska skogsbruket och även på Holmens skogsmarker (Lundmark *et al.* 2013). Under 70-90 år byggs virkesförrådet upp och efter avverkning startar en ny tillväxtcykel (Normark 2015). Åren efter avverkning sker markberedning och föryngring, därefter följer röjning och gallring för att gynna de träd med de bästa förutsättningarna att klara sig tills nästa skörd. Verksamheten måste vara lönsam för att utveckla ett hållbart skogsbruk, både på kort och lång sikt där framtida möjligheter till skörd av virke är en viktig aspekt. Många års branscherfarenhet tillsammans med forskning gör det möjligt att öka tillväxten med 25 % på långsikt. För att få en ökad tillväxt är det viktigt att skogsvården utförs på ett korrekt sätt. Målet med skogsvården är att genom åtgärder uthålligt nyttja markens produktionsförmåga (Anon 1994).

## Föryngring

För att starta föryngringsarbetet behövs ofta någon form av markberedning. Den vanligaste markberedningsformen i norra Sverige är kontinuerlig harvning (Bengtsson 2017). Markberedning gynnar tillväxten genom att den skapar mer gynnsamma förhållanden under föryngringsstadiet för både planterade och självföryngrade plantor genom ett bättre mikroklimat med mer tillgänglig näring, högre temperatur, bättre lufttillförsel och dränering (Örlander *et al.* 1996, Mattson & Bergsten 2003). Det har också visat sig på längre sikt att tillväxten påverkas positivt av markberedningen. Skador från t ex snytbagge (*Hylobius abietis*) minskar vid markberedning (Örlander & Nilsson 1999). Det finns flera olika metoder för att bereda marken varav harvning är en prisvärd och säker markberedningsmetod för att få upp en godkänd föryngring, då den påverkar mer markareal än exempelvis högläggning (Uotila *et al.* 2010).

Åren mellan avverkning och föryngring benämns hyggesvila. För att få minskade angrepp av snytbagge brukar man utnyttja hyggesvilan. Längre hyggesvila leder till minskade angrepp från snytbagge (Örlander & Nilsson 1999). Hyggesvilan leder dock till ökad konkurrens från annan vegetation samt längre omloppstider. Uttag av grot (genar och toppar) är en annan faktor som påverkar självföryngringen positivt genom att man tar bort en fysisk barriär som grenar och toppar kan innebära för att fröet skall finna en lämplig plats att gro (Karlsson *et al.* 2002). Den vanligaste föryngringsmetoden i Sverige är plantering som mellan 2014 - 2016 uppgick till ca 162 000 hektar/år (Roberge 2017). År 2016 producerades 157 miljoner tallplantor som står för 46 % av det totala antalet producerade plantor i Sverige (Fransson 2017). Trenden de senaste åren är att mer tall (*Pinus sylvestris*) och mindre gran (*Picea abies*) produceras vid plantskolorna.

Självföryngring i markberedda planterade bestånd ger större möjligheter till framtida val av huvudstammar samt bättre kvalitet hos de planterade huvudstammarna genom trängseleffekten. (Ackzell *et al.* 1994). Kvistdiametern påverkas av stamtätheten i beståndet. Vid hög stamtäthet minskar kvistdiametern vilket är positivt ur kvalitetssynpunkt (Valkonen & Ruuska 2003). Enligt Agestam *et al.* (2006) finns det tre faktorer som framförallt påverkar den naturliga föryngringen; nämligen fröproduktion, fröspredning och plantetablering. Björken är väldigt effektiv på både fröspredning och fröproduktion, vilket gör att björken är det vanligaste självföryngrade trädet i Sverige. Genom mer effektiva föryngringsmetoder tenderar dagens ungskogar att vara tätare jämfört med bestånd från början av 90-talet (Ligné *et al.* 2013).

## Ungskogsröjning

När föryngringen är etablerad kan det vara dags att gynna de stammar som har de bästa möjligheterna att forma ett framtida bestånd av önskat trädslag genom röjning (Iwarsson 2001). Med hjälp av röjning kan trädslagsblandningen, medelhöjden, stamantalet och kvaliteten förändras, vilket leder till ökad diametertillväxt, bättre ståndortsanpassning, minskad skaderisk samt större möjligheter till valfrihet vid gallring. Höjdtillväxten kan även förbättras vid röjningen ifall beståndet lidit av beskuggning från annan vegetation (Äijälä *et al.* 2014).

Definitionen för röjning är ”*beståndsvårdande utglesning av skog, ej avseende uttag av virke*” (Anon 1994). Uttrycket ungskogsröjning uppstår när röjning sker efter att de medhärskande träden nått 1,3 m. En uppskattning från Riksskogstaxeringen visar att det under år 2015 fanns 195 000 ha ungskogar med en medelhöjd som är lägre än 3 meter och var i behov av omedelbar röjning (SLU 2016). Tar man även hänsyn till röjningar där de härskande och medhärskande träden understiger 10 cm i brh (brösthöjd, 1,3 m) uppgår arealen till 1 miljon hektar skog. Idag röjs det ca 260 000 hektar ungskogar per år i Sverige. Sedan mitten av 1990 – talet har arealen ungskogsröjning ökat. Det är därmed den vanligaste skogsvårdsåtgärden i Sverige (Roberge 2017).

Ungskogsröjningens tyngd och antal röjningar det vill säga tidsåtgången för röjningen påverkas av faktorer som kan härledas till olika skogsvårdsfaktorer och olika ståndsortsfaktorer. Enligt tidsstudier för röjning från Bergstrand *et al.* (1986) påverkas tidsåtgången för röjningen främst av medelhöjden och antal röstammar per ha. Andra faktorer som trädslag, lövbuketter, terräng, markvegetation, stammars hårdhetsgrad, avverkningsrester, stamvalssvårigheter har också en påverkan. Hämäläinen och Kaila (1983) visar att det tar upp till fyra gånger så lång tid att röja 25 000 röstammar med en stubbdiameter på 4cm jämfört med stammar med en stubbdiameter på 1cm.

Beroende på skogsbeståndets syfte kan man använda olika röjningsmetoder för att nå målet. I bland annat sådder och naturligt föryngrande bestånd kan plantskogsröjning vara ett alternativ för att gynna kronutvecklingen då konkurrensen kan bli stor redan efter några år (Iwarsson 2001). Detsamma gäller vid så kallade lövröjningar där syftet är att gynna barrträden och röja bort hämmande lövträd. Både plant- och lövröjning bör utföras redan vid 1 meters höjd. Brunnsröjning eller punktröjning som det även heter, har som syfte att röja bort konkurrerande stammar runt om huvudstammen och övriga delar av beståndet lämnas oröjt. Toppröjning är en annan form av röjning där man kapar röstammarna högre upp jämfört vid traditionell röjning för att skapa mer foder för vilt och för att skapa högre kvalitet på huvudstammarna, genom att de fortlever och konkurrerar om utrymme även efter röjningen (Pettersson *et al.* 2012). Den konventionella blandskogsröjningen är den vanligaste metoden när ungskogsröjning diskuteras. Röjningen utförs när barrstammarna är mellan 2-3 meter och fokus ligger på att röja bort skadade och hämmande träd för att gynna huvudstammarna (Iwarsson 2001). Röjningar kan även uppkomma senare under beståndets utveckling. Underväxtröjningar sker främst i klenare gallringsbestånd där skogsvården varit eftersatt (Äijälä *et al.* 2014). Underväxtröjning sker för att sänka drivningskostnaderna, förbättra siktförhållanden och arbetsmiljön för skogsmaskinentreprenörerna (Lundqvist *et al.* 2014). Underväxtröjning kan även ske vid slutavverkning för att underlätta för drivningen och även vid hantering av grot samt underlätta det kommande föryngringsarbetet.

Idag utförs nästan all röjning med konventionella röjsågar (Ligné *et al.* 2013). Röjningen i det svenska skogsbruket har skötts på liknande sätt de senaste 50 åren. Röjningen har inte gynnats av samma tekniska utveckling som drivningen. Den relativa kostnaden för röjningen har därmed ökat jämfört med andra skogsbruksåtgärder (Karlsson & Albrektson 2000). Försök med olika mekaniserade röjningsmaskiner kombinerat med motormanuell röjning har testats under de senaste 20 åren (Skogforsk 2006). I Finland satte man år 2011 ett mål att 20 % av röjningarna skall utföras maskinellt år 2015 (Storm 2017). Resultat visar att enbart 1-2% av röjningar faktiskt utförs maskinellt.

Mekaniserad röjning utförs ofta genom schematisk röjning där regelbundna stråk röjs fram i beståndet (Pettersson *et al.* 2012). Detta leder till att markens produktionsförmåga inte utnyttjas helt, då flera tydliga huvudstammar blir tvångsavverkade. Vid den konventionella röjningen så fokuseras röjningen däremot på att spara de träd med de bästa egenskaperna för att forma ett framtida bestånd även kallat selektiv röjning.

Röjningstidpunkten och röjningsstyrkan påverkar tillväxten, kvaliteten och utvecklingen av grönkronan (Huuskonen & Hynynen 2006). En väl genomförd röjning leder till färre gallringsingrepp och kortare omloppstider vilket ger möjligheter till ett mer lönsamt skogsbruk (Pettersson 2014). Har man som mål med skogsskötseln att maximera produktionen av gagnvirke är det en fördel att röja tidigt vid en medelhöjd av 2-3 m till ett kvarvarande bestånd på ca 2000 huvudstammar/ha (Huuskonen & Hynynen 2006). Enligt Valkonen och Ruuska (2003) skall bestånden vara framröjda till rätt stamtal innan den övre höjden passerar 7 meter eftersom lönsamheten på första gallringen annars påverkas negativt genom minskad diametertillväxt hos huvudstammarna.

## Skador i ungskogar

I ungskogar finns det flera olika skador man bör ha i beaktande vid planeringen. Abiotiska faktorer såsom snöskador kan ske när tung och blöt snö fryser fast i trädens kronor vilket kan resultera i att träden böjs eller bryts av pga tyngden, ofta tillsammans med höga vindhastigheter (Fridman & Valinger 1998). Detta sker främst i stamtäta bestånd där röjningen är eftersatt, vilket medför att träden prioriterar höjdtillväxt framför diametertillväxten. Vindskador är sällan något problem i ungskogar men som man bör ha i åtanke vid vindutsatta områden. Både vind och snöskador minskar generellt ifall röjning utförs tidigt.

Skador som orsakas av djur, växter och svampar, även kallat biotiska skador, bör tas hänsyn till i röjningsplaneringen. Vid röjning i grövre tallbestånd finns det risk att större mörghorre (*Tomicus piniperda*) kan påverka tillväxten negativt i det kvarvarande beståndet ifall för mycket röstammar av tallvirke med skorpbark lämnas (Samuelsson & Örlander 2001). För att komma tillrätta med denna risk så är detta reglerat i Skogsvårdslagen (Skogstyrelsen 2017).

Svampskador såsom gremmeniella (*Gremmeniella abietina*), törskate (*Cronartium flaccidum*) och knäckesjuka (*Melampsora pini-torqua*) kan påverka tallen genom försämrad vitalitet och tillväxtförluster. Angrepp från gremmeniella sker oftare på fuktigare och bördigare marker (Bernhold 2008). Törskate har tidigare främst setts i äldre tallskogar, på senare tid har allvarliga angrepp på ungskogar av tall uppmärksamats i Norrbotten och Västerbottens län, främst på bördigare marker (Wulff & Hansson 2013). Knäckesjukan angriper årsskotten på yngre tallar och resulterar ofta i sämre tillväxt och virkeskvalitet (Sylvén 1917).

Innan tallen växer förbi betetrycket finns det flera vilt som kan påverka tillväxten negativt. På sommaren kan tallar som är lägre än 2 meter bli betade av kronhjort (*Cervus elaphus*) och rådjur (*Capreolus capreolus*). Störst risk för att det sker är att de betas vid ca 1 meters höjd främst på ljunghälsmarker (Palmer & Truscott 2003).

I Sverige är huvudfödan för älgen (*Alces alces*) under vintern tall. Älgbetesskador kan förändra tallens stamstruktur och minska tillväxten. En ökad densitet av tallstammar upp till 10 000 stammar/ha leder till en minskad andel betesskadade tallar från älg (Wallgren *et al.* 2013, Ball & Dahlgren 2002). Vid en hög älgpopulation kan trädslagsfördelning påverkas kraftigt vilket leder till långvariga konsekvenser för skogsproduktionen och den biologiska mångfalden (Heikkilä & Härkönen 1996). Forskning har bland annat visat att tallbestånd som innehåller RASE (rönn, asp, sälg, ek) leder till ökade betesskador hos tall (Härkönen 1998). Även högre stamtäthet av björk i unga tallbestånd leder till högre risk för färsk älgbetesskador hos tallen (Wallgren *et al.* 2013).

Det finns olika synsätt på hur man skall utföra röjningen för att minska andelen betade tallar. Enligt Härkönen *et al.* (2008) bör röjning utföras innan lövträden växer förbi tallen för att minska älgskador på tallbeståndet. Ifall man vill minimera älgskador visar svensk forskning däremot att den första ungskogsröjningen bör fördröjas tills tallen passerat 3,5 meter eftersom älgen inte når upp till toppskotten under vintern vid den rekommenderade höjden (Ball & Dahlgren 2002). Detta har lett till att många tallbestånd i Sverige röjs senare än vad som är optimalt för virkesproduktionen (Pettersson *et al.* 2012). Enligt Holmens röjningsinstruktioner bör röjningen utföras vid normal höjd (2-3 meter) för att minimera älgskadorna (Norgren & Christoffersson 2017a). Det ger mer vitala träd med stor barmassa som blir relativt motståndskraftig mot betesskador och minskar risken för att träden bryts av.

Högre bonitet leder till mer betesskador, men däremot klarar bestånd på lägre bonitet inte av samma betestryck som de tallbestånd som växer på högre ståndortsindex (Ball & Dahlgren 2002). Bördigare marker ger både mer och bättre kvalitet på älgfödan.

## Ståndortsfaktorer

Hur föryngringen av plantskogen lyckas beror bland annat på ståndorten. En ståndort är ”*en växtplats för skog uppfattad som resultatet av samspelet mellan de naturföreteelser som inverkar på trädens livsbetingelser*” (Anon 1994). Ståndortens vegetation påverkas av skogsbrukets åtgärder, där föryngringsavverkningen har en betydande effekt genom bland annat ökad solinstrålning som missgynnar blåbär (*Vaccinium myrtillus*) och gynnar till exempel ljung (*Calluna vulgaris*), och kruståtel (*Deschampsia flexuosa*) (Tonteri *et al.* 2016). Temperatur och tillgängligt markvatten har en stor påverkan på vegetationstypen. Topografi, närhet till vatten tillsammans med solstrålningen påverkar den lokala temperaturen. Det tillgängliga markvattnet beror främst på nederbörd och avdunstning (Morén & Perttu 1994). Under vegetationsperioden används vanligen uttrycket temperatursumma vilket enligt (Anon 1994) är ett medelvärde för lufttemperaturen över ett visst tröskelvärde, inom skogliga studier vanligen +5°C, vilket leder till ett mått på ståndortens temperatur under tillväxtperioden.

På sandig-moig morän och marker med finare marktexturer i norra och mellersta Sverige är vattentillgången god. På sandmarker och grövre texturer kan vatten vara en begränsande faktor för tillväxten. Både lövträd och gran kräver mer tillgängligt vatten jämfört med tallen (Bergh *et al.* 2006).

Torvmarker skiljer sig från mineraljordar genom att de har en hög grundvattennivå samt brist på kalium och fosfor till skillnad från fastmark där kväve främst begränsar tillväxten (Äijälä *et al.* 2014). Tillväxten är vanligtvis lägre på torvmarker jämfört med fastmark.

För att beskriva egenskaper för en ståndort utifrån ett drivningsperspektiv som baserades på grundförhållande, ytstruktur och luting i en 5 gradig skala används ett mått kallat GYL (Skogforsk 2017). Grundförhållande är när jordart, fuktighet och markens armering vägs samman. Ytstruktur är ett mått på förekomsten av hinder som t.ex. stenar och gropar.

## Tillväxt

Sveriges skogar består till merparten av tall och gran. Ca 15 % av den totala volymen består av lövträd där glasbjörk (*Betula pubescens*) och vårtbjörk (*Betula pendula*) är de vanligaste lövträdsarterna (Johansson & Lund 2009). Glasbjörk trivs främst på torvmarker och försumpade momarker (Äijälä *et al.* 2014) medan vårtbjörk främst trivs på friska marker (Johansson 1992a). Både björk och tall är pionjärträd och kräver mer solljus än gran, vilket skapar en större konkurrens på de ståndorter där både björk och tall trivs jämfört med gran/björk eller gran/tall (Hynynen *et al.* 2011).

Tillväxttakten mellan björk och tall är balanserad men om konkurrensen blir tillräckligt hög eller om tallarna blivit skadade genom betning, insektsangrepp eller sjukdomar i plantstadiet finns det en risk att tallen blir hämmad av björken (Valkonen & Ruuska 2003). I de fall där björkar och andra lövträd växer förbi närstående tallar finns risk för piskskador från lövträden på tallarna vilket leder till sämre virkeskvalitet och tillväxt (Saksa & Miina 2007).

Barrträdens knoppsprickning och skottskjutning på våren är ofta väl korrelerad till temperatursumman (Bergh *et al.* 2006). Tallens skottskjutning sker generellt från början av maj till mitten av juli, tidigare i södra Sverige och senare i norra Sverige (Romell 1925)

I unga tallbestånd kan stubbskott från björk utgöra ett hot mot tillväxten eftersom de har en väldigt hög tillväxt jämfört med frön från björk och barrträd (Valkonen & Ruuska 2003). Johansson (1992a) visar att höjden på stubbar påverkar andelen levande stubbar som kan skjuta stubbskott. Stubbar kapade vid marknivå har sämre vitalitet jämfört med stubbar kapade vid 10 cm höjd. Johansson (2008) visar även att stubbar med mindre diameter har färre stubbskott. Stubbar på områden med större humuslager, särskilt på torvmark, producerar mer stubbskott än på områden med litet humuslager (Johansson 1992b). Merparten av stubbskotten bildas på stubbar från träd som är yngre än 20 år (Johansson & Lund 2009). När på året mest stubbskott bildas finns det olika uppfattningar om. Enligt Johansson (1992a) bör tallbestånden med inslag av björk röjas under sommaren för att minska konkurrensen från den höga produktionen av biomassa och stubbskott som kommer från lövet.

Trädarter som asp (*Populus tremula*) och gråal (*Alnus incana*) skjuter även rotskott som växer ut från rötterna nära markytan (2-6 cm) (Johansson & Lund 2009). Både stubbskotten och rotskottens höjdtveckling varierar mellan ståndortsförhållanden och trädart.

## Holmens mål med skogsskötseln

Holmens skogsinnehav uppgår till ca 1,3 miljoner ha, varav ca 1 miljon är produktiv skogsmark (Holmen 2016). Holmen föryngrar ca 10 000 ha per år genom plantering och sådd. Av denna areal är ca 65% föryngrad med tall. Prognoserna är att andelen tall i föryngringarna kommer att öka till 70-80% (Norgren 2017). Holmen røjde år 2016 ca 12 000 ha. Arealen har sjunkit från toppåren 2009-2010 då ca 20 000 ha røjdes. Även arealen underväxtrøjning före gallring har minskat sedan 2011 då den låg på ca 6 000 ha/år till 1500 ha/år 2016. Underväxtrøjning före slutavverkning minskade från ca 5000 ha till drygt 1000 ha under samma period. Samtidigt ökade arealen hyggesrensning som utförs efter slutavverkningen från ca 900 ha till ca 1600 ha. Minskningen i areal underväxtrøjning beror främst på en högre restriktivitet vad gäller utförandet och inte på en minskad mängd underväxt.

I Holmens nya återväxtstrategi är målet att på marker med ståndortsindex < SI 19 plantera 1 800 plantor per ha, på medelgoda marker med SI 20 – 25 att plantera 2 100 och på bördiga marker SI 26+ plantera 2 400 plantor per ha (Norgren & Christoffersson 2017b). Instruktionerna för røjningen är densamma vad gäller antalet sparade huvudstammar, dock bör 10 % av huvudstammarna där förhållandena medger utgöras av lövträd för att uppfylla certifieringsmålen angående 5 % lövinblandning vid föryngringsavverkning i norra och mellersta Sverige (Norgren & Christoffersson 2017a). I de tidigare instruktionerna som denna studie baseras på var det ett lägre mål vad gäller lövandel efter utförd røjning men ett högre mål vad gäller antalet sparade barrhuvudstammar (Holmen Skog 2008).

Holmen har tillsammans med många andra markägare som mål att utföra sin ungskogsrøjning när beståndets barrhuvudstammar är mellan 2-3 m höga (Normark 2015, Fahlvik *et al.* 2015). Detta infaller vid gynnsamma förhållanden mellan 5-10 år efter planteringen (Norgren & Christoffersson, 2017a). Med dessa instruktioner bedöms en røjning vara tillräcklig och att stubbskott från löv inte kommer ikapp huvudstammarna. Samtidigt hålls røjningskostnaderna ned jämfört med att vänta till en

senare röjningstidpunkt. Röjning är även en motiverad åtgärd för att öka lönsamheten vid framtida gallringar. Vid vissa förhållanden där hög konkurrens från røjstammar uppstår kan tidigare och ytterligare en røjning uppstå.

## Syfte

Syftet med examensarbete är att identifiera de beståndstyper som kräver fler än en røjningsomgång och identifiera vilka faktorer som har störst påverkan, samt se vilka regionala skillnader det finns i Holmens ungsogor.

Syftet är också att förbättra beslutsunderlaget för hur røjningen bör utföras i de berörda tallbestånden för att kunna utveckla en kostnadseffektiv skogsvård för ett fortsatt hållbart skogsbruk.

## Hypoteser:

Högre markfuktighet och bonitet leder till fler ungsogsrøjningar

Höjden för huvudstammarna vid en första røjning är den skogsvårdsaspekt som har störst påverkan på antalet ungsogsrøjningar

# Material och metod

## Material

För studien valdes bestånd ut via en sökning i Holmens beståndsregister. Hälften av ytorna var röjda mellan 2011-2014 (Bilaga 1). Andra hälften av ytorna var satta att inventeras för röjning mellan 2017-2019 (Bilaga 2). Eftersom höjdtillväxtsfunktionerna i beståndsregistret för unga tallbestånd är bristfälliga användes den planerade röjningsinventeringen tillsammans med ålder för att få fram bestånd med en medelhöjd av 1-2,5 meter.

Inventeringsobjektens placeringar finns på den 60:e breddgraden vid Rimbo, 62:e breddgraden vid Delsbo och vid den 64:e breddgraden vid Vindeln (Figur 1). Objektet låg placerade mellan 20 – 380 meter över havet. Boniteten varierade från 2,7 – 7,7 m<sup>3</sup>sk/ha, år enligt beståndsregistret. Mer information om trakterna finns i bilaga 1 och 2. Trakter som startar med kartnummer 66 är ytor i närheten av Rimbo, 68 vid Delsbo och 71 vid Vindeln.



Figur 1 Karta över  
var bestånden är  
lokaliserade  
Figure 1 Map over  
the location of the  
objects

Följande åtta parametrar beaktades vid val av bestånd:

- Markfuktighet
- GYL
- Vegetationstyp
- Trädslagsfördelning
- Markberedningsmetod
- Ståndortsindex
- Ålder
- Kalmarkstid

Ett stratifierat urval av bestånden gjordes därefter för att få med bestånd med både hög och låg bonitet, olika mark och vegetationstyper samt varierande markfuktighet.

För studiens genomförande gjordes följande avgränsningar:

Föryngringen skulle vara godkänd utan hjälpplantering, markberedning skulle vara utförd med harv. Bestånden var i huvudsak planterade med tall och arealen översteg en hektar. Ytor som landande på naturhänsyn eller andra påtagligt avvikande platser togs inte med. För att minska kanteffekternas påverkan togs provytans centrum minst 20 meter från närmaste beståndskant.

# Metod

I varje bestånd utfördes en systematisk inventering med slumpmässig start. Provyteförbandet baserades på arealen enligt följande formel  $F = 100 \times \sqrt{\frac{a}{10}}$  där F = förband och a = areal, med avrundning till närmsta 5 meter. I varje bestånd inventerades 10 st provytor. På alla provytor inventerades den aritmetiska medelhöjden på bedömda huvudstammar och röstammar och dess antal. En huvudstam är ett lövträd eller barrträd som bedöms ingå i det framtida beståndet. Huvudstammarna bör vara de mest välväxta och kvalitetsmässigt bästa träden (Normark 2015). En Röstam är en stam som konkurrerar med huvudstammarna och som därför bedöms behövas röjas bort. I detta fall har 0,3 m satts som gräns för pionjärträden medan all gran har räknats in.

För huvudstammarna inventerades medelhöjden även för gran och även löv, främst björk där det inte fanns tillräckligt med huvudstammar av tall. Bonitering med hjälp av ståndortsegenskaper utfördes på samtliga ytor enligt Skogshögskolans boniteringsystem (Hägglund & Lundmark 1987).

I bestånden registrerades viltskador i en 4 gradig skala på huvudstammar av tall; där 0 var helt oskadade, och 4 var kraftigt betade med betydande tillväxtförluster. Andra skador som t ex knäcksjuka noterades.

Fältstudien utfördes under juni och juli månad 2017 på Region Mitt vid Holmen skogs distrikt egen skog Delsbo (hit räknas även området vid Rimbo) och på Region Nord vid distrikt egen skog Umeå (Vindelområdet).

Två metoder användes beroende på om objektet var röjt eller om det skulle inventeras för røjning. Vid metod 1 mättes konkurrenssituationen på provytor med radien 3,99 m i oröjda planterade tallbestånd med olika egenskaper som markfuktighet, vegetationstyp, jordart, kalmarkstid, SI samt medelhöjd, stamantal och skador på totalt 231 provytor.

För att beskriva det aktuella røjningsbehovet har höjddifferensen mellan røjstammar och huvudstammar av tall beräknats.

Vid metod 2 utfördes mätningar av konkurrenssituationen i planterade tallbestånd som var røjda för 4-6 år sedan där huvudstammarna var ungefär 1,0 – 2,5 m höga vid första røjningen. Samma egenskaper som vid metod 1 mättes in, dessutom gjordes en bedömning ifall en andra røjning kan komma att bli aktuell. Ifall en andra røjning är aktuell har det bestämts i fält, främst baserat på antalet stubbskott och kvoten mellan stubbskottstillväxt hos björk samt höjdtillväxten på tallhuvudstammarna. På 72 av de totalt 226 inmätta provytorna har en andra røjning bedömts vara aktuell.

I Holmens beståndsregister saknas uppgifter om höjd vid røjningstillfället. Beräkningar har därför utförts för att bestämma höjden vid røjningstillfället. I alla røjda bestånd har medelhöjdtillväxten hos tallhuvudstammarna mellan 2014-2016 inventerats genom okulär bedömning. För att bestämma höjd vid røjningstillfället har beräkningar som baserats på den årliga tillväxten mellan 2014-2016 nyttjats.

Höjdtillväxten har antagits avslutad vid månadsskiftet juni/juli (Romell 1925). Ytor som är røjda innan 20130630 har kompenserats med ytterligare ett års tillväxt. På 11 provytor røjda under 2011 och 2012 med en höjdtillväxt över 0,7 meter/år mellan 2014-2016 har höjden vid røjningstillfället höjts upp till 1m.

I båda metoderna användes viss data från beståndsregistret så som temperatursumma, höjd över havet och GYL. Det vill säga att dessa värden är baserade på beståndet och inte på den enskilda provytan.



## Analys

Statistiska Analyser har utförts med hjälp av programmet Minitab 17 där signifikansnivån är satt till  $p < 0,05$ . För analys av hur olika faktorer påverkar antalet röjstammar och höjddifferens har variansanalysen ANOVA General Linear Model använts.

För att bedöma sannolikheten i metod 2 för olika faktorer påverkan på antalet röjningar har en binär logistisk modell nyttjats. Där  $X = 1$  fält bedömda ytor med behov av en andra röjning.

Standardavvikelse (StDev) är ett mått som beskriver den normala avvikelsen mot medelvärdet.

Förklarandegraden (R-sq) visar hur bra modellen beskriver datat med ett värde mellan 0 och 1. P-värdet beskriver vilken nivå resultaten är statistiskt säkerställd mot hypotesen.

Konfidensintervall (CI) är i denna studie satt till 95%. Ett konfidensintervall betyder att vi kan till 95% vara säkra på att medelvärdet för den studerade gruppen ligger inom intervallet.

# Resultat

## Resultat metod 1

Inventeringen av de oröjda ytorna visade att det fanns ”regionala” skillnader mellan Rimbo(66), Delsbo(68) och Vindeln(71). I området runt Delsbo var medelvärdet för røjstammarnas höjd i snitt 20% högre än huvudstammarna medan i området runt både Vindeln och Rimbo var røjstammarna ca 40% lägre än huvudstammarna. Skillnader mellan objekten var störst i Delsboområdet (Tabell 1).

Tabell 1 Skillnader uttryckt som kvot mellan höjd på røjstammar och huvudstammar i de 3 olika områdena.

Table 1 Differences expressed as the ratio between the height of the stems that need to be cleaned (PCT-stems) and the main stems in the 3 different areas.

Område	Antal	Medelvärde	StDev	Varians	Minimum	Median	Maximum
66	61	0,586	0,1944	0,0378	0,2	0,5833	1
68	80	1,214	1,025	1,05	0,235	0,907	5,5
71	90	0,5783	0,315	0,0992	0,1304	0,559	1,875

Differensen i meter mellan höjderna på tall huvudstammarna och på stammar som skall röjas var störst i Rimboområdet och lägst i Delsboområdet, vilket indikerar ett mer akut behov av røjning vid delsboytorna (Tabell 2). Medelhöjden för de inventerade huvudstammarna av tall var högst i Rimbo för de ytor som skulle inventeras före røjning under 2017,2018 och 2019 (Bilaga 3).

Tabell 2 Höjddifferensen mellan huvudstammar av tall och røjstammar i de 3 olika områdena uttryckt i meter.

Table 2 Height difference between main stems of pine and PCT-stems in the 3 different areas expressed in meters.

Område	Antal	Medelvärde	StDev	Varians	Minimum	Median	Maximum
66	61	1,1508	0,65	0,4225	0	1,2	2,4
68	80	-0,0213	0,8772	0,7695	-2,2	0,2	1,7
71	90	0,8933	0,6808	0,4636	-0,7	0,8	2,6

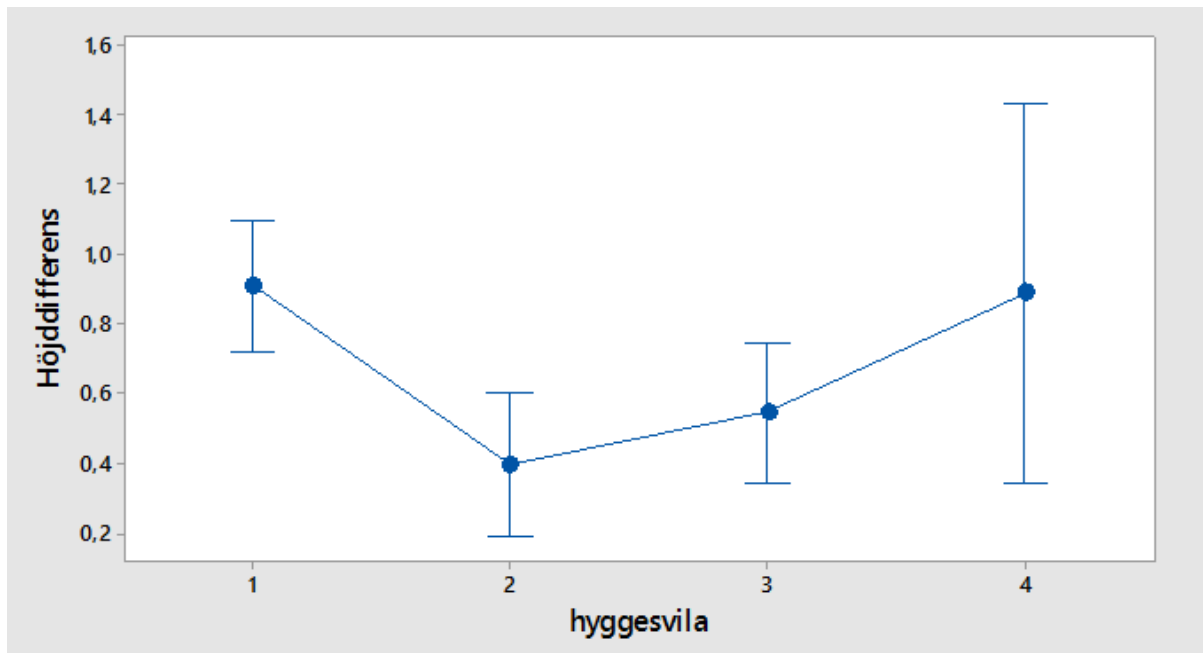
Skillnaderna mellan røjstammarnas höjd och huvudstammarna av tall kan till 52% förklaras av tabell 3. Där viltskador, rörligt markvatten, vegetationstyp, ålder och hyggesvila visar signifikans. Vid analys med envägs anova var rörligt markvatten och hyggesvila som visade på fortsatt signifikans.

Tabell 3 Höjddifferens jämfört med, fuktklass, hyggesvila, ålder, vegetationstyp, viltskador och rörligt markvatten..

Table 3 Height difference compared to moisture class, logging rest, age, vegetation type, browsing damages and variable groundwater.

	DF	Adj SS	Adj MS	F-värde	P-värde
Fuktklass	3	1,492	0,4974	1,09	0,354
Hyggesvila	3	3,842	1,2807	2,81	0,041
Ålder	6	8,908	1,4846	3,25	0,004
Vegtyp	12	10,656	0,888	1,95	0,031
Viltskada	5	9,401	1,8803	4,12	0,001
Rörligt mv	2	8,714	4,3571	9,55	0

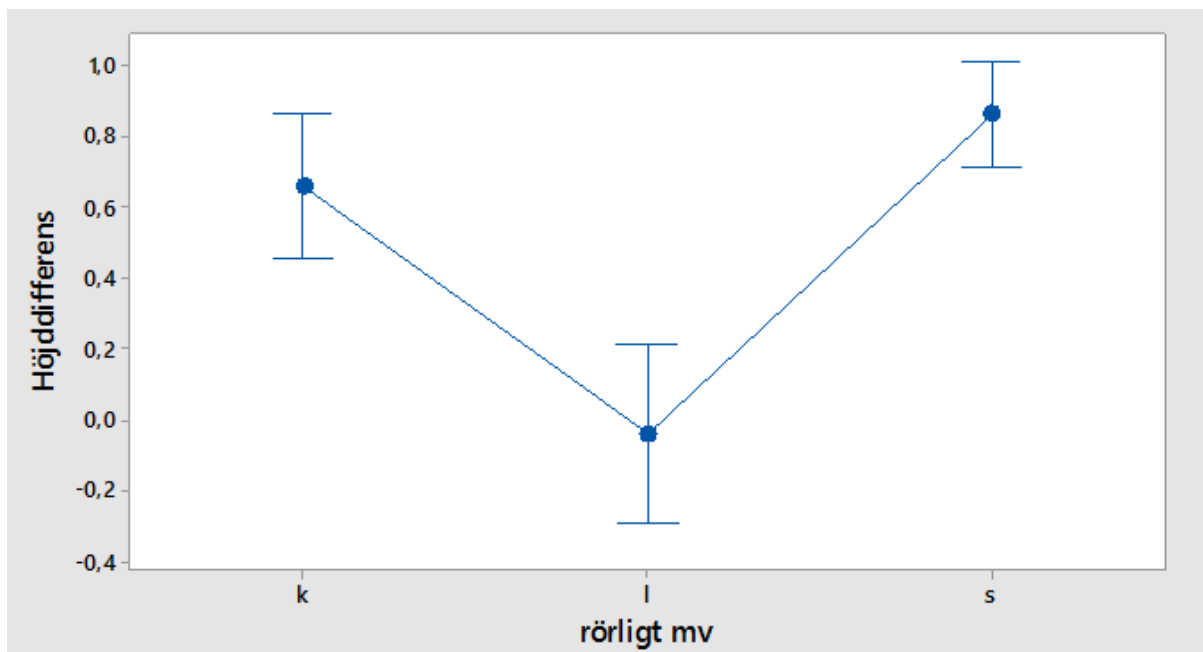
En ettårig hyggesvila gav ett ökat försprång för de planterade tallarna jämfört med en 2 och 3 årig hyggesvila, vilket leder till minskad risk för tallplantorna att bli hämmade av røjstammarna (Figur 2).



Figur 2 Hyggesvilans påverkan på höjddifferensen mellan huvudstammar och röstammar, uttryckt i år och meter.

Figure 2 The logging rest influence on the height difference between mainstems and PCT-stems, expressed in year and meters.

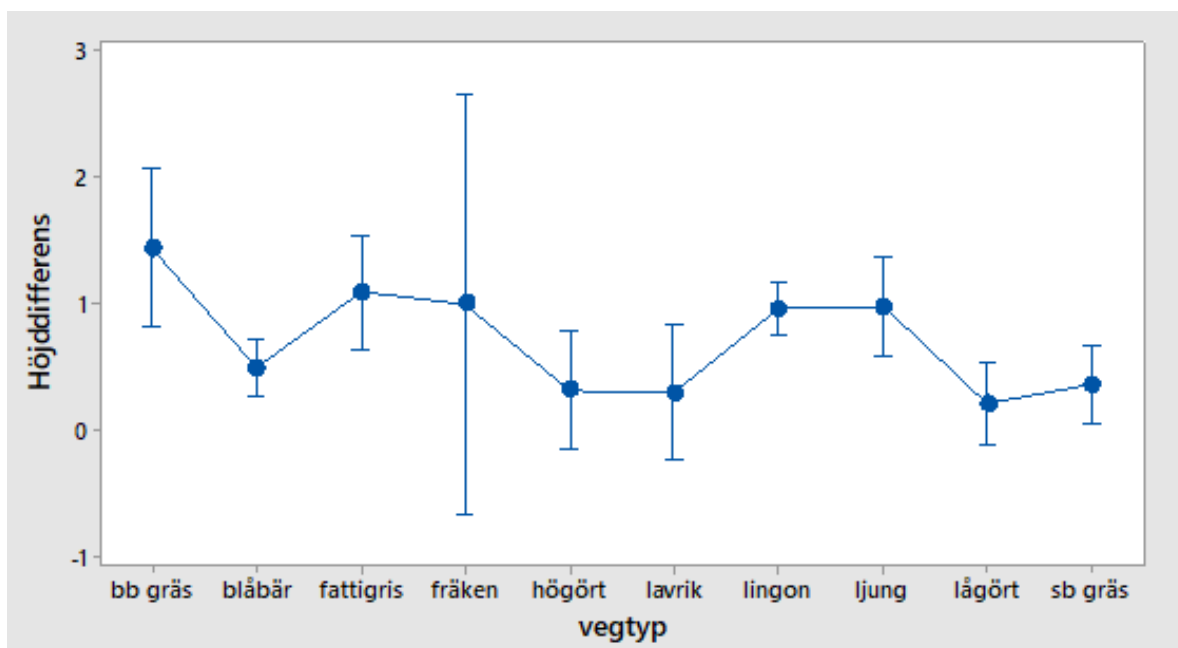
Där rörligt markvatten saknades gynnades de planterade tallplantorna jämfört med andra röstammar vad gäller höjdtillväxten ( $P = 0,000$ ) (Figur 3).



Figur 3 Det rörliga markvattnets påverkan på höjddifferensen uttryckt i meter mellan huvudstammar och röstammar. k = kortvarigt, l = långvarigt, s = saknas

Figure 3 The influence of the variable groundwater on the height difference expressed in meters between the main stems and the PCT-stems. k = short-term, l = long-term, s = missing

Vegetationstypen hade även en signifikant påverkan på höjddifferensen där lingon (*Vaccinium vitis-idaea*), ljung och fattigris visade på en större differens mellan huvud och röststammar. Lägre differens fanns i örtrika och smalbladiga grästyper (Figur 4).



Figur 4 Höjddifferensen uttryckt i meter mellan huvudstammar och röstammar baserat på vegetationstyp i de oröjda bestånden.

Figure 4 Height difference expressed in meters between mainstems and PCT-stems based on vegetation type in the uncleared stocks.

Medelvärde för antalet röstammar innan första röjningen var störst i Rimbo området. Minst antal röstammar fanns i trakterna runt Vindeln. Inga signifikanta skillnader förelåg (Tabell 4).

Tabell 4 Antalet röstammar i de 3 olika områdena, 66 = Rimbo, 68 = Delsbo, 71 = Vindeln

Table 4 Number of PCT-stems in the three different areas, 66 = Rimbo, 68 = Delsbo, 71 = Vindeln

Område	Antal	Medelvärde	StDev	Varians	Minimum	Median	Maximum
66	61	8959	5884	34619126	1000	7500	30000
68	80	8538	5568	30998576	1000	7500	30000
71	90	6389	4096	16779650	500	5000	18000

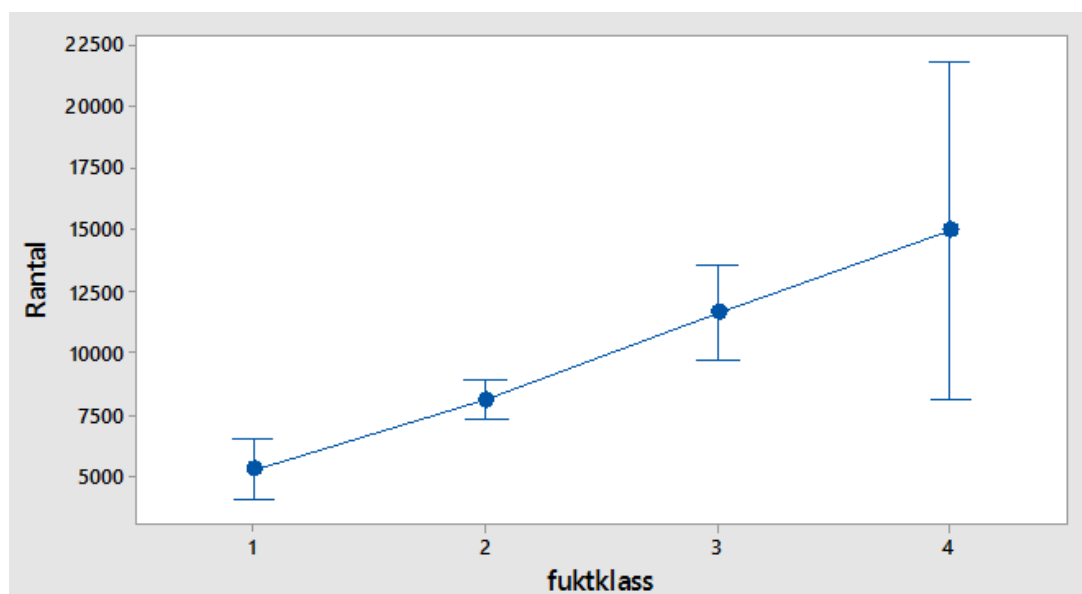
Skillnaderna i antalet röstammar kan förklaras till 40% av tabell 5. Där fuktklass och jordart har ett P-värde som understiger 0,05.

Tabell 5 Olika faktorerers påverkan på antalet röstammar innan första röjning.

Table 5 Different factors influence on the number of PCT-stems before the first PCT.

	DF	Adj SS	Adj MS	F-värde	P-värde
Fuktklass	3	974779224	324926408	17,69	0
Vegetationstyp	12	394180351	32848363	1,79	0,052
Viltskada	5	102019323	20403865	1,11	0,356
Temperatursumma	1	13086498	13086498	0,71	0,4
Höjd över havet	1	8274877	8274877	0,45	0,503
Jordart	9	348367726	38707525	2,11	0,03

Med en förklaringsgrad på 13,7% gav en högre markfuktighet fler röstammar innan första röjning (Figur 5).



Figur 5 Antalet röstammar(Rantal) baserat på fuktighetsklass där 1 = torr, 2 = frisk, 3 = fuktig, 4 = blöt.

Figure 5 Number of PCT-stems (Rantal) based on moisture class where 1 = dry, 2 = fresh, 3 = moist, 4 = wet.

Statistisk signifikans fanns även för jordarter ( $P = 0,03$ ) med förklarandegrad på 14,2%. Där flest röstammar fanns på leriga moräner och minst i de grövre marktexturerna (Bilaga 4). Det fanns signifikanta skillnader i antalet bedömda huvudstammar av tall i metod 1. De faktorer som var statistiskt signifikanta var vegetationstyp, jordart, fuktklass och viltskador.

## Resultat metod 2

Höjden för röstammarna var högst i Delsboområdet, men skillnaderna mot Rimboområdet var däremot låga (Tabell 6). Tallhuvudstammarna hade ett medelvärde av 4,1 meter i både Delsbo och Rimbo, och ca 1 meter lägre i Vindelområdet.

Tabell 6 Medelhöjd för röst och huvudstammar uttryckt i meter i de röjda beståndet baserat på område, där område 66 = Rimbo, 68 = Delsbo, 71 = Vindeln

Table 6 Mean height of PCT-stems and main stems expressed in meters in the cleaned areas based on region, where region 66 = Rimbo, 68 = Delsbo, 71 = Vindeln

Område	Antal	Medelvärde	StDev	Varians	Minimum	Median	Maximum
<b>Medelhöjd för röstammar</b>							
66	66	1,2379	0,4677	0,2187	0,5	1,2	2,2
68	90	1,3767	0,7474	0,5587	0,4	1,45	3
71	70	0,6071	0,1653	0,0273	0,3	0,6	1,3
<b>Medelhöjd för huvudstammar av tall</b>							
66	66	4,105	1,584	2,51	1,6	3,95	7,5
68	90	4,154	1,01	1,02	2,1	4,2	6,4
71	70	3,201	0,878	0,77	0,9	3,4	5

Höjddifferensen var betydligt högre i de röjda bestånden jämfört med de oröjda, vilket visar på att röjningen haft en positiv påverkan på konkurrenssituationen för huvudstammarna av tall.

Höjddifferensen mellan de 3 undersökta områdena var låga. Detta beror på både lägre höjd för huvudstammarna och röjstammarna i Vindelområdet jämfört med Delsbo och Rimbo (Tabell 7).

Tabell 7 Höjddifferensen i de röjda bestånden baserat på område  
Table 7 Height difference in the previously cleaned areas based on region.

Område	Antal	Medelvärde	StDev	Varians	Minimum	Median	Maximum
66	66	2,867	1,684	2,836	0	2,7	6,3
68	90	2,778	1,179	1,39	0,2	2,75	5,3
71	70	2,594	0,859	0,739	0,4	2,6	4,5

I de röjda bestånden fanns det högsta medelvärdet för antalet röjstammar i Delsboområdet (Tabell 8).

Överlag fanns det fler röjstammar i de röjda bestånden jämfört med de oröjda bestånden.

Trädslagsfördelningen av de bedömda huvudstammarna efter röjning var totalt sett 83% tall, 12% gran och 5% löv.

Tabell 8 Antal röjstammar i bestånd röjda mellan 2011 -2014 baserat på område.  
Table 8 Number of PCT-stems in areas cleaned between 2011 -2014 based by region.

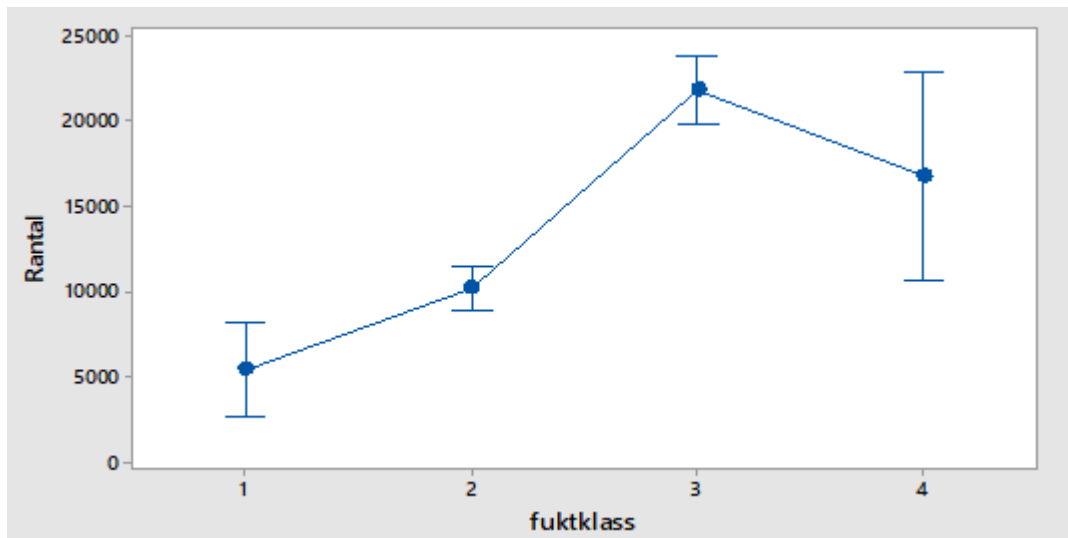
Område	Antal	Medelvärde	StDev	Varians	Minimum	Median	Maximum
66	66	12212	9187	84400466	1000	9000	40000
68	90	14111	10338	106863920	3000	11000	45000
71	70	11429	8051	64813665	500	9500	34000

Statistiskt signifikanta skillnader i antalet röjstammar var främst beroende på fuktklass, jordart, hyggesvila, temperatursumma och höjden för huvudstammarna vid røjttillfället. Höjd över havet hade högre ett p-värde ( $p>0,05$ ) och var därmed inte statistiskt signifikant, modellens förklarandegrad var 54% (Tabell 9).

Tabell 9 Olika faktorerers påverkan på antal röjstammar efter utförd röjning.  
Table 9 Impact of different factors on the number of PCT-stems after completion of PCT.

	DF	Adj SS	Adj MS	F-Värde	P-Värde
Fuktklass	3	1419038435	473012812	10,85	0
Temperatursumma	1	907219773	907219773	20,82	0
Höjd över havet	1	93341979	93341979	2,14	0,145
Jordart	5	1300104215	260020843	5,97	0
Höjd vid røjttillfället	1	298460137	298460137	6,85	0,01
Hyggesvila	3	758859516	252953172	5,8	0,001

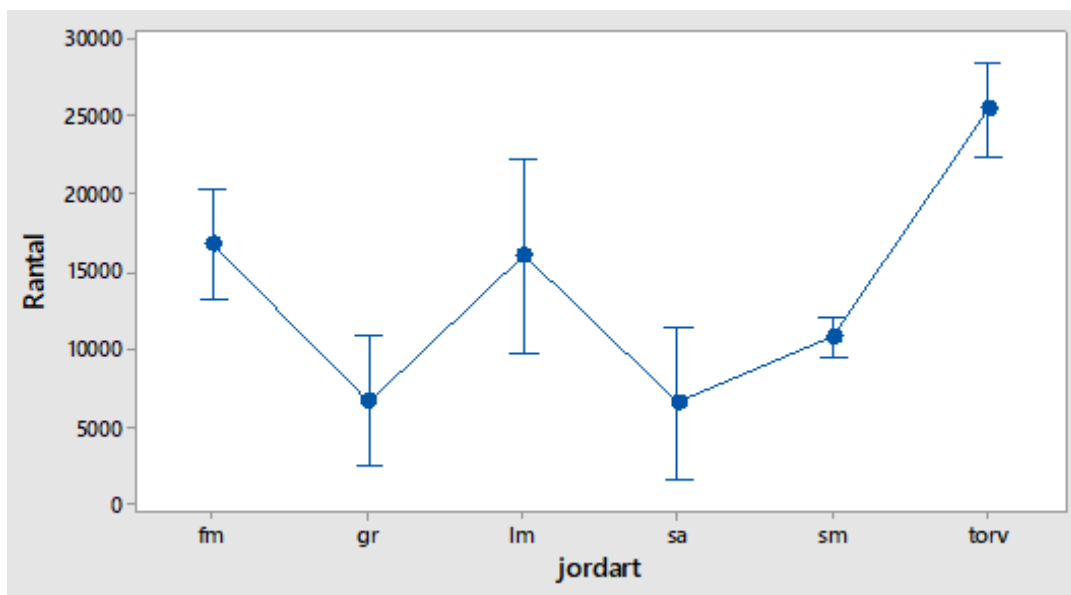
Vid analysen för fuktklass visade trenden på att det var störst andel röjstammar på ytor med en högre markfuktighet (Figur 6).



Figur 6 Markfuktighetens påverkan på antalet röjstammar(Rantal) efter utförd röjning.

Figure 6 Impact of soil moisture on the number of PCT-stems (Rantal) after completion of PCT.

Vid analys av jordarternas påverkan på antalet röjstammar visade det sig att det fanns flest antal röjstammar i bestånd som utgjordes av torvmark följt av bestånd på finjordsrika marker (Figur 7).



Figur 7 Jordartens påverkan på antalet röjstammar(Rantal) efter utförd röjning. Där fm = finmo/mjåla, gr = grusig morän, lm = lerigmorän, sa = sandigmorän, sm = sandig-moig morän.

Figure 7 The influence of the soil types on the number of PCT-stems (Rantal) after completion of PCT.

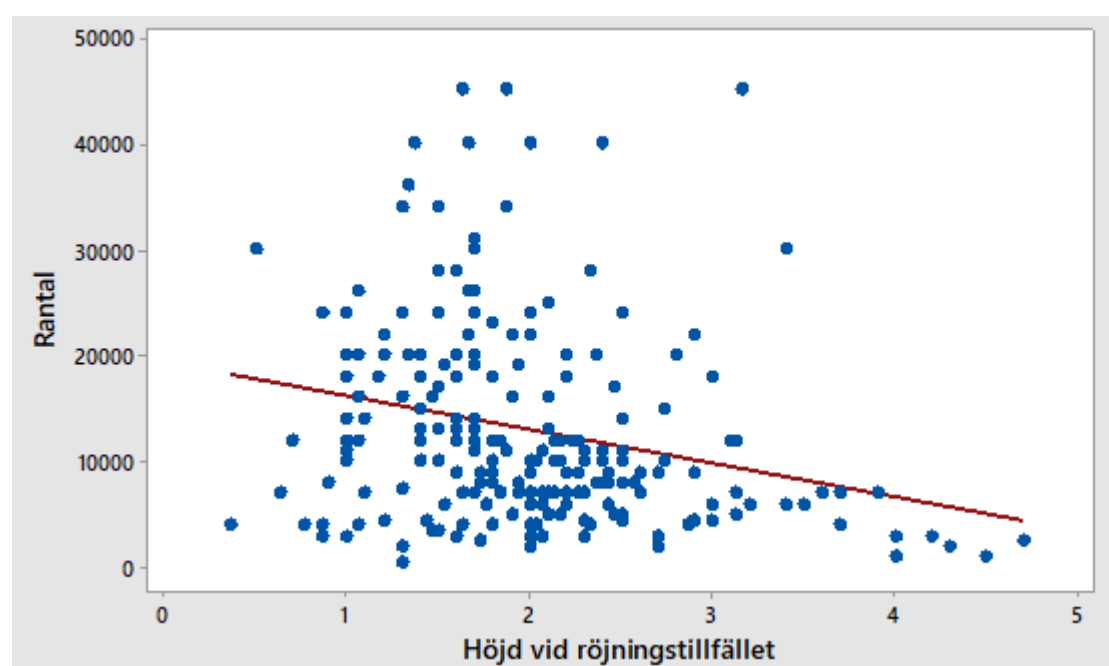
Ett samband man skall beakta i resultatet är att jordarter som torv och finjordsrika marker i denna undersökning funnits på fuktigare marker (Tabell 10).

Tabell 10 Jordarternas genomsnittliga fuktighetsklass. Där fm = finmo/mjåla, gr = grusig morän, lm = lerig morän, sa = sandig morän, sm = sandig-moig morän.

Table 10 The soil types average moisture class.

Jordart	Antal	Medelvärde	Minimum	Median	Maximum
fm	19	2,632	2	3	3
gr	14	1,357	1	1	2
lm	6	2,833	2	3	3
sa	10	2,4	2	2	3
sm	150	1,9867	1	2	4
torv	27	3,1111	2	3	4

En senare röjning gav generellt färre röstammar med en förklarandegrad av 6,7% (Figur 8).

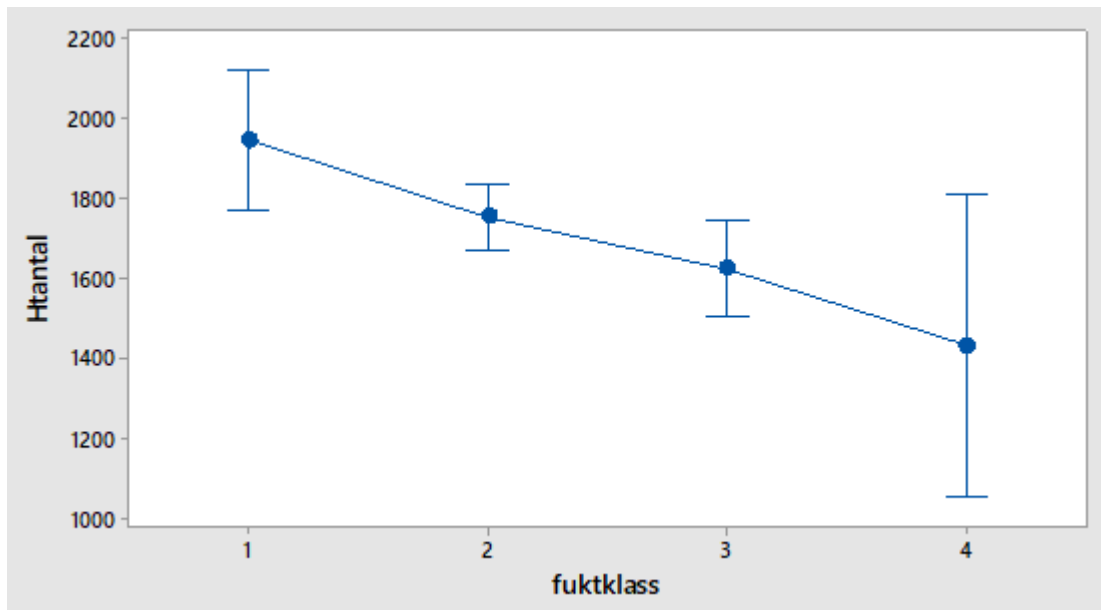


Figur 8 Antal röstammar baserat på höjden vid röjningstillfället.

Figure 8 Number of PCT-stems based on height at the time of cleaning.

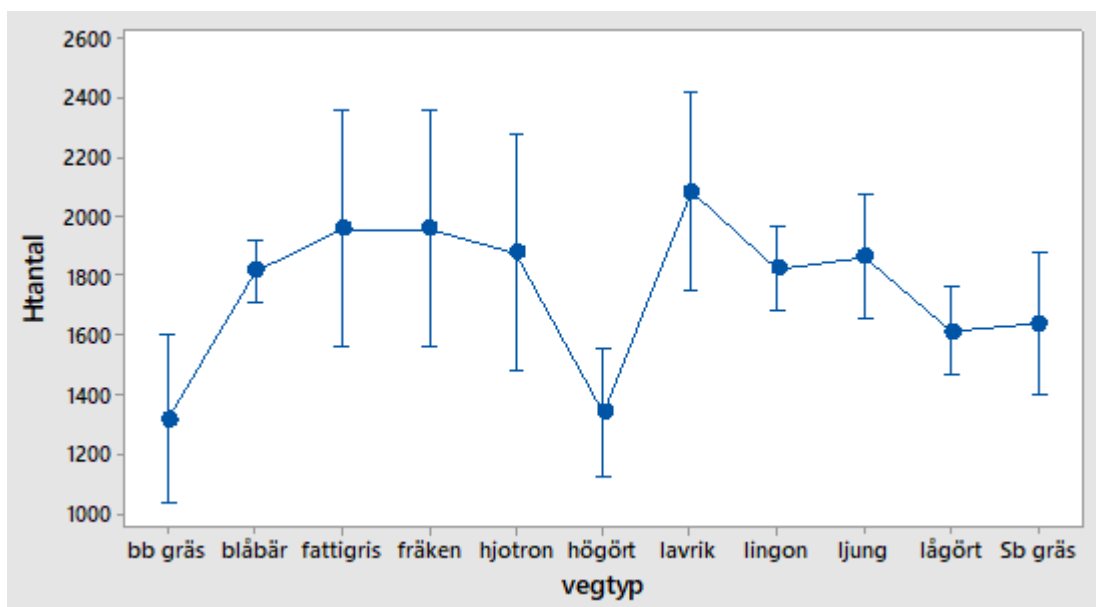
Analysen av antal huvudstammar av tall efter röjning visade att det var två faktorer som var statistiskt signifikanta, både fuktklass ( $P = 0,005$ ), där högre fuktklass gav färre antal huvudstammar av tall (Figur 9), samt vegetationstypen ( $P = 0,001$ ).





Figur 9 Antalet huvudstammar av tall (Htantal) per ha efter utförd röjning baserat på fuktklass  
 Figure 9 Number of main stems of pine (Htantal) per ha after performed PCT based on moisture class

I vegetantionstyperna bredbladig grästyp och högört fanns minst antal huvudstammar av tall efter röjning. Även lågört och smalbladig grästyp hade ett lägre medelvärde av tallhuvudstammar (Figur 10).



Figur 10 Antalet huvudstammar av tall (Htantal) per ha efter utförd röjning baserat på vegetationstyp (vegtyp).  
 Figure 10 Number of mainstems of pine (Htantal) per ha after performed pct based on vegetation type (vegtyp).

Räknar man på totala antalet huvudstammar där både löv och gran är inräknat var enbart vegetationstyp statistiskt signifikant ( $p=0,004$ ) med en förklarandegrad av 19,3 %. Där hade enbart

högört en signifikant skillnad mot resten av vegetationstyperna med ett medelvärde på 1 750 stammar per ha. Resterande vegetationstyper hade ett medelvärde över 2 040 st/ha (Tabell 11).

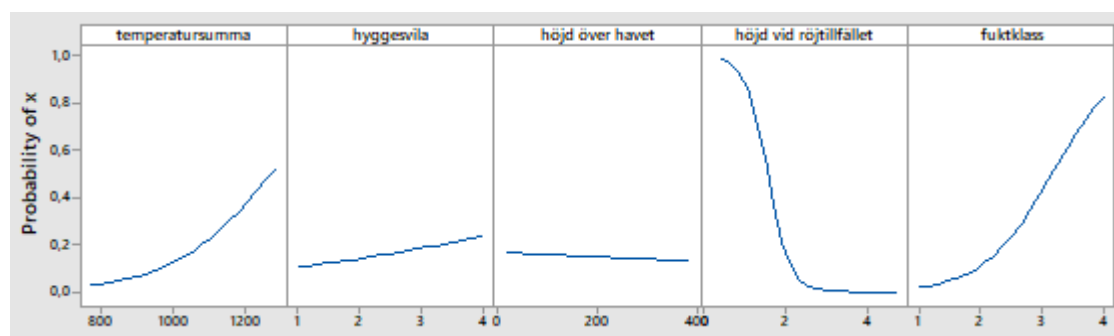
Tabell 11 Faktorer som påverkar det totala antalet huvudstammar.

Table 11 Factors affecting the total number of mainstems.

	DF	Adj SS	Adj MS	F-Värde	P-Värde
Vegetationstyp	10	2286012	228601	2,74	0,004
Jordart	5	758119	151624	1,81	0,111
Fuktklass	3	137430	45810	0,55	0,65
Viltskada	4	679486	169872	2,03	0,091

## Sannolikheten för mer än en rövning

Sannolikheten för att mer än en rövning behövdes ökade med en längre hyggesvila. Ökad höjd över havet ledde till minskad risk för fler rövningar. De tre faktorer som var statistiskt signifikant ( $p < 0,05$ ) för påverkan på antalet rövningar var temperatursumman, höjden vid första rövstillfället och fuktklassen (Figur 11).



Figur 11 Sannolikheten att mer än en rövning behövs (x) baserat på temperatursumma hyggesvila, höjd över havet, höjd vid rövningstillfället och fuktklass.

Figure 11 The probability that more than one PCT is needed (x) based on bonitude, temperature sum, logging rest, altitude elevation, height at the time of cleaning and moisture class.

Modellen för sannolikheten hade en förklarandegrad på 52% vilket betydde att 48% förklarades av andra faktorer som inte varit inräknande (Tabell 12).

Tabell 12 Sannolikheten för olika ståndorts och skogsvårdsfaktorer påverkan på antalet rövningar där fuktklass och höjd vid rövningstillfället är insamlat från fält och resterande uppgifter från Holmens beståndsregister.

Table 12 Probability of different site and forestry-factors on the number of PCTs where moisture class and height at the time of PCT are collected from the field and the remaining data from Holmen's register of forest stands

	DF	Adj Dev	Adj Mean	Chi-Square	P-Värde
Regression	5	142,991	28,5982	142,99	0
Temperatursumma	1	7,24	7,2403	7,24	0,007
Hyggesvila	1	1,213	1,213	1,21	0,271
Höjd över havet	1	0,033	0,0334	0,03	0,855
Höjd vid rövstillfället	1	85,196	85,1961	85,2	0
Fuktklass	1	21,995	21,9953	22	0

Vid binär logistisk regression var den största förklaringsgraden (35,5%) för när ett område var i behov av fler än en röjning baserat på vilken höjd huvudstammarna hade vid första röjningen, fuktklassen hade en förklarandegrad på 15,5%

Odds för att mer än en röjning blir aktuell är 140 gånger högre på blöt mark jämfört med torr mark och 4,7 gånger så hög på fuktig mark jämfört med frisk mark (Tabell 13).

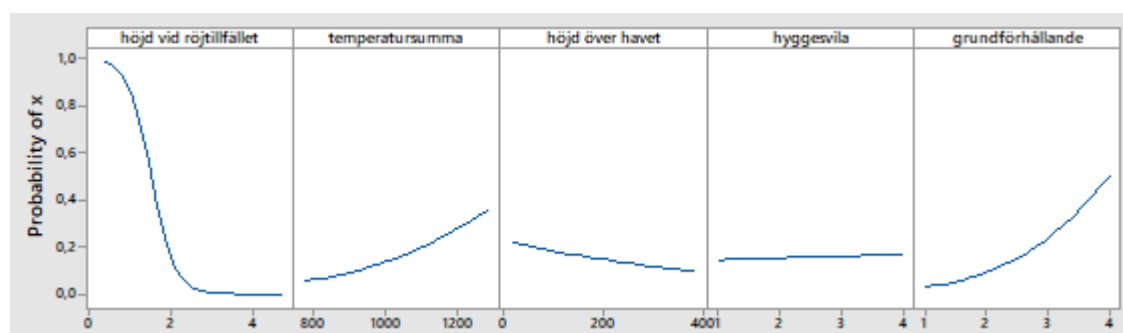
Tabell 13 Sannolikheten för mer än en ungskogsröjning baserat på olika fuktklasser.  
Table 13 The probability of more than one PCT based on different moisture classes.

A	B	Odds Ratio	95 % CI
2	1	8,7843	(1,1493; 67,1394)
3	1	41,3913	(5,2563; 325,9427)
4	1	140	(7,4711; 2623,4350)
3	2	4,712	(2,4315; 9,1312)
4	2	15,9375	(1,7954; 141,4754)
4	3	3,3824	(0,3706; 30,8720)

Av den data som baserades på Holmens beståndsregister gav grundförhållandena den största förklarandegraden för när sannolikheten att fler än en röjning kan förekomma (22%). Ett högre grundförhållande ökade risken för fler röjningar (Figur 12). Förklarandegraden för modellen var 51,3% (Tabell 14)

Tabell 14 Sannolikheten för mer än en röjning med uppgifter om grundförhållanden, hyggesvila, höjd över havet och temperatursumma baserat på uppgifter från Holmens beståndsregistret.  
Table 14 Probability of more than one PCT with data on basic conditions, logging rest, altitude and temperature sum, based on data from Holmen's register of forest stands.

	DF	Adj Dev	Adj Mean	Chi-Square	P-Värde
Regression	5	141,108	28,2217	141,11	0
Temperatursumma	1	3,11	3,11	3,11	0,078
Hyggesvila	1	0,038	0,0381	0,04	0,845
Höjd över havet	1	0,392	0,3916	0,39	0,531
Höjd vid røjtillfället	1	89,084	89,0838	89,08	0
Grundförhållande	1	20,113	20,113	20,11	0

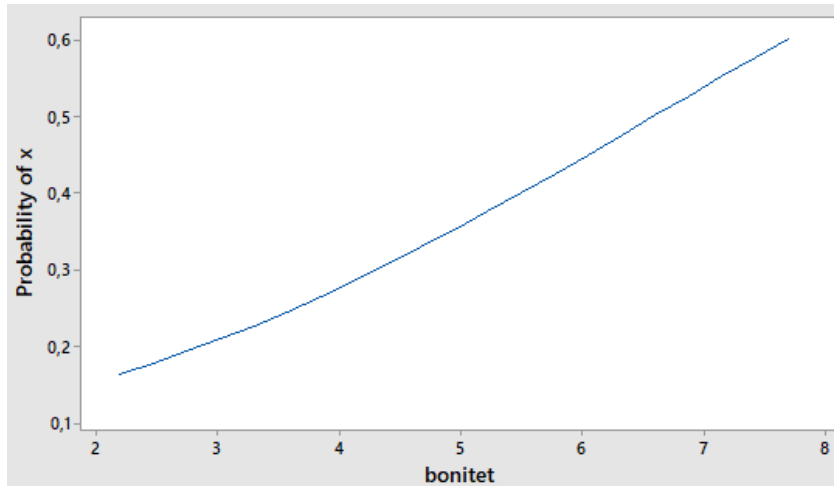


Figur 12 Sannolikheten för att mer än en ungskogsröjning behövs (x) baserat på höjd vid röjningstillfället, temperatursumma, höjd över havet, hyggesvila och grundförhållande.

Figure 12 The probability of more than one PCT will be needed (x) based on the height at the time of the PCT, temperature sum, logging rest, altitude and the basic conditions.

Sannolikheten för mer än en rövning baserat på bonitet visade på signifikans (P 0,002)

Förklarandegraden för boniteten var på 3,6 %. Högre bonitet leder till större sannolikhet för mer än en ungsogsrövning (Figur 13).



Figur 13 Sannolikheten för att mer än en ungsogsrövning behövs (x) baserat på bonitet  
Figure 13 The probability of more than one PCT will be needed (x) based on bonitude

Det fanns signifikanta skillnader mellan de tre olika områden som inventerades för ifall mer än en rövning var aktuell ( $p = 0,008$ ). Störst sannolikhet fanns i Delsboområdet med 41% följt av Rimboområdet på 33% och lägst risk för omrövning fanns i Vindelområdet på 18,5% (ej visat).

För att få ett objektivt mått för behovet för omrövning (pomroj, värde 0 - 1) korrelerades det med tallhuvudstammarnas medelhöjd (ht,m) samt rövstammarnas medelhöjd (hr, m) och antalet rövstammar per hektar (nr) enligt följande formel:

$\text{pomroj} = 1/(1+\exp(y))$ , där  $y = b_0 + b_1 * \text{ht} + b_2 * \text{nr} * \text{hr}^2/1000 + b_3 * \text{hr}/\text{ht}$

Logistisk regression ger:

$$y = -8,6462 + 3,5851 * \text{ht} - 0,2297 * \text{nr} * \text{hr}^2/1000 + 6,8505 * \text{hr}/\text{ht}$$

Koeff-signifikans: <0,0001 <0,0001 <0,0001 0,024

När behovet för omrövning anses existera beräknat som pomroj över 0,5 blir 71 ytor klassade som omrövning. Av dessa bedömdes 6 inte vara i behov av omrövning i fält, medan 7 som klassades som omrövning vid fältinventeringen hade ett pomrojavärde under 0,5. Ifall pomroj överstiger 0,5 på mer än 40% av ytorna i ett bestånd blir 87,5% av arealen för behovet av omrövning omröjd enligt data från denna studie.

För att få kunskap om hur rövstammarnas trängseleffekt tillsammans med ståndortsförhållande och tidigare skötsel hänger samman beräknades följande samband utifrån data från metod 2:

$$\ln(\text{nr} * \text{hr}^2) = -4,1515 + 0,00404 * \text{tsum} + 0,7332 * \text{mf} - 1,5365 * \text{hroj} + 3,0463 * \ln(\text{ht}) ; r^2 \text{ adj} = 0,516 ;$$

Alla variabler är signifikanta ( $p < 0,0001$ ). Här står tsum för temperatursumman, mf är markfuktighet (1=torr, 2=frisk, 3=fuktig eller 4 = blöt) och hroj är huvudstammarnas medelhöjd vid första rövstillfället (m).

I bestånden fanns biotiska skador av främst viltbete på totalt 368 provytor av totalt 457 provytor. På 94 st av ytorna hade viltskador påverkat höjdtillväxten negativt för de planterade huvudstammarna av tall. De resterande viltskadorna hade främst förekommit på grenar som inte nämnvärt påverkar huvudstammarnas höjdtillväxt och någon enstaka toppbetning som inte påverkar beståndet på längre sikt. Det fanns signifikanta skillnader vad gäller viltskador i de tre undersökta områdena ( $p = 0,02$ ) där Delsboområdet hade de högsta skadorna och Vindelnområdet de lägsta. Rimboområdet hade mer skador jämfört med Vindeln men skillnaderna var inte statistiskt signifikanta. Även knäckesjuka hade påverkat en del av bestånden. Knäckesjuka noterades i 33 provytor. Det fanns samband mellan viltskador och knäckesjuka där bestånd som hade knäckesjuka drabbades av mer betesskador(ej visat).

# Diskussion

## Skogsvård

Hypotesen om att lägre höjd på huvudstammarna vid första röjningen leder till en ökad risk för fler röjningar var signifikant. Sannolikheten för fler röjningar ökade vid minskad höjd hos huvudstammarna vid första röjningstillfället. Förklaringsgraden för höjd vid första röjningstillfället var på 35% vilket betyder att variabeln har en stor påverkan. På ytor där röjningen utförts när huvudstammarna varit över 2,5m vid rötillfället visade låg sannolikhet för att fler ungsogsröjningar behövs. Resultatet stämmer överens med tidigare forskning utförd av bland annat (Pettersson *et al.* 2012) som anser att man bör undvika att röja bestånd där huvudstammarna är lägre än 2m ifall möjligheten finns. Holmen skog har även dessa instruktioner (Norgren & Christoffersson 2017a).

I denna studie har enbart harvade planterade tallföryngringar som blivit godkända vid återväxtkontrollen nyttjats. Markberedda ytor leder till ökad självföryngring och tätare föryngringar (Johansson *et al.* 2012). Olika sorters markberedningsformer påverkar andelen påverkad mark, där harvning har en större påverkan än t ex högläggning (Uotila *et al.* 2010). Detta medför att tidsåtgången och kostnaden för röjning på harvade ytor ökar.

I regel försöker man undvika att harva på fuktig mark pga stor markpåverkan och risk för fastkörningar. I Holmens riktlinjer för markberedning skall harvning undvikas i både surdråg och i fuktiga områden (Normark 2011) vilket har gjort att få harvade fuktiga bestånd fanns att tillgå i denna studie enligt bestandsregistret; totalt 81 provytor i fuktklass 3 och enbart 8 st i fuktklass 4. I fuktklass 2 fanns det 277 st.

Planterade tallbestånd har lägre beståndstäthet jämfört med sådda arealer på liknande ståndorter inför röjning (Magnusson 2010). Även medelhöjden för sådda tallar är lägre än planterade inför en röjning. Detta kan leda till att röjningar behöver utföras tidigare i sådda bestånd jämfört med planterade ifall det finns självföryngrat löv i bestånden.

En tidig godkänd start på föryngringen ger en signifikant skillnad i höjddifferensen mellan huvudstammar och röstammar. I detta fall har enbart hyggesvilan använts som faktor och den visar på signifikanta skillnader där en ettårig hyggesvila är att föredra framför en 2 årig hyggesvila vad gäller höjdskillnader mellan huvudstammarna och röstammarna. Den stora spridningen för den 4 åriga hyggesvilan beror på att enbart 10 provytor fanns med jämfört med minst 70 provytor för 1, 2 och 3 årig hyggesvila ( $P = 0,002$ ). I denna studie fanns inga objekt som var avverkade, markberedda och planterade under samma säsong men man borde kunna anta att höjddifferensen hade varit än högre på sådana objekt. Förutom bättre konkurrenssituation för de planterade tallarna, som förkortad kalmarkstid leder till, ökar även tillväxten (Rytter *et al.* 2009). En icke godkänd föryngring där hjälpplantering eller omplantering är aktuell skulle troligtvis innebära en förhöjd risk för fler än en röjning pga konkurrens mot annan vegetation. Enligt Hallsby (2013) gäller det främst för tall på bördigare marker.

Områdesmässiga variationer av uttag av grot kan komma att påverka arealen underväxtröjningar inför föryngringsavverkningen. En minskad areal underväxtröjning kommer kunna påverka både föryngring och röjning av tallbestånd genom att fler förväxande träd kommer att finnas på hyggena vilket kan leda till att röjningen måste tidigläggas för att minska konkurrensen. Inköpspriset för flis som kommer från skogsbruket har totalt sett minskat sedan 2014 (Energimyndigheten 2017). Störst efterfrågan på skogsflis finns i Mälardalsregionen (Skogforsk 2016) vilket kan gynna tallbestånden vid området runt Rimbo genom större andel underväxtröjningar i slutavverkning jämfört med exempelvis bestånd runt Vindeln. I de undersökta områdena fanns få förväxande granar och löv vilket

tyder på att underröjning inför föryngringsavverkningen varit vanligt förekommande och som även styrks av Norgrens (2017) sammanställning om trender i Holmens skogsvård. Lönsamheten var bättre för tillvaratagandet av grot vid tidpunkten för slutavverkningarna i de bestånd som idag är planerad för röjning (Christoffersson 2018).

Skador i bestånden orsakade av viltbetning fanns på 80% av de inventerade provytorna, större delen var främst av betning på grenar, men på 20% av ytorna hade älgbetningen påverkat höjdtillväxten. Resultatet visar att viltskadorna ger signifikanta skillnader i höjddifferensen innan röjning. I förväg hade man förväntat sig mer skador i området runt Rimbo pga lägre andel oskadade tallar i älgbetesinventeringen (Skogsstyrelsen 2017). Skogbrukets gemensamma mål är att det skall finnas 1200-1600 oskadade tallstammar efter att de passerat fem meters höjd (Normark 2015). I de inventerade områdena kommer många bestånd inte att nå dessa mål. I analysen fanns ett samband mellan knäcksjuka och viltbetning vilket förklaras av Härkönen (1998) som visade att inslag av RASE i tallbestånden leder till ökade betesskador på tallen. Knäcksjukan hämmar höjdtillväxten vilket leder till att det tar längre tid att nå älsäker höjd vilket i sin tur ökar risken för betesskador.

## Ståndorten

Boniteten hade en effekt som var signifikant, sannolikheten ökar för att fler ungskogsröjningar krävs i bestånd med högre bonitet, däremot var förklarandegraden låg. I denna studie hade ingen skillnad i analyserna på bestånd på fastmark och torvmark gjorts. Torvmarker har i regel lägre boniteter jämfört med fastmark (Nuutinen *et al.* 2000, Hägglund & Lundmark 1987) som kan ha påverkat resultatet. En högre bonitet leder generellt till en tidigare tidpunkt för röjning, samt att tidsperioden för en optimal röjning blir kortare. Enligt Bergqvist (2013) är det större nödvändighet att röja ett bestånd med högre bonitet fler gånger än ett bestånd med lägre bonitet.

Hypotesen att ökad markfuktighet leder till fler antal röjningar var signifikant. Dels genom att det i fuktigare områden fanns en högre självföryngrad lövandel jämfört med bestånd på torra marker både innan och efter röjning. Höjddifferensen mellan huvudstammarna av tall och röjstammarna kunde däremot ej förklaras av fuktklassen. Sannolikheten att ett fuktigt bestånd behöver röjas mer än engång jämfört med ett torrt bestånd är enligt denna studie 40 gånger så stor. Sannolikheten är fem gånger så stor i ett fuktigt bestånd jämfört med ett bestånd på frisk mark att fler än en röjning behövs. Dock låg förklaringsgraden enbart på 15% vilket betyder att 85% förklaras av andra faktorer. Markfuktigheten hade signifikanta skillnader vad gäller antalet röjstammar där ökad markfuktighet gav fler röjstammar. Eftersom höjd och antalet röjstammar i de flesta fall är de två faktorer som har störst påverkan på tidsåtgången vid röjning enligt prognosunderlaget för motormanuell röjning framtagen av SLA Norr (1991) bör man beakta markfuktigheten vid röjningsinventeringen.

Variationerna i markfuktigheten på beståndsnivå var stor. Detta leder till att det blir svårt med nuvarande beståndsindelning att bestämma utifall en eller fler röjningar behövs i ett bestånd. Ett alternativ är att använda sig av markfuktighetskartor för att dela upp bestånden för att skapa en mer lönsam skogsvård speciellt där det finns större topografiska skillnader. De största topografiska skillnaderna på beståndsnivå fanns i Delsboområdet följt av Vindeln, områdesmässiga variationer var som störst i Vindeln följt av Delsbo av de ytor som inventerades. Eftersom t.ex. höjd över havet baserades på data från beståndsregistret var det främst rörligt markvatten som kunde användas som indikation på topografin i beståndet. Det rörliga markvattnet visade en signifikant skillnad vad gäller höjddifferensen mellan huvudstammar och röjstammar. Där ledde långvarigt rörligt markvatten till att de planterade huvudstammarna av tall riskerade att bli hämmade pga ökad höjdkonkurrens med röjstammarna. De mer kuperade bestånden i Delsbo är en av förklaringarna till varför höjden för röjstammarna i genomsnitt var högre än huvudstammarna i metod 1. Rörligt markvatten ger mer lösta näringsämnen till rötterna som i sin tur leder till högre bonitet (Magnusson 2015). Eftersom granen bättre klarar av beskuggning från lövträd kan ett alternativ vara att man använder sig av förbättrad

ståndortsanpassning genom plantering av gran på områden med långvarigt rörligt markvatten (Pettersson *et al.* 2012).

Jordarten visade på signifikans vad gäller antalet röstammar 4-6 år efter första röjningen. Torvmarker stod ut mest av de undersökta provytorna vad gäller ett högt antal röstammar. Detta stämmer väl överens med forskning från Johansson (1992b) som visade på att ett ökat humuslager leder till ökad produktion av stubbskott i röjda bestånd. Finjordsrika marker hade mer röstammar jämfört med sandig, grusig morän samt sandigmoig morän. Detta kan förklaras av bland annat fuktklassen då grusiga och sandiga moräner främst förekommer i fuktklass 1 och 2. De finjordsrika markerna finns främst på frisk och fuktig mark. Detta gäller även torvmarken som främst fanns på fuktiga områden.

Vegetationstypen hade signifikanta skillnader både före och efter röjning vad gäller antalet huvudstammar av tall. Efter röjningen var antalet huvudstammar av tall lägre på örtrika och gräsrika marker jämfört med andra vegetationstyper. Detta kan främst förklaras av större inbladning av gran och löv. Det totala antalet huvudstammar efter röjning var lägst på vegetationstypen högört vilket till viss del kan förklaras av en större andel lövträd. Troligtvis har dock konkurrensen från annan vegetation haft en påverkan på antalet plantor som överlevt vilket kan vara ett tecken på att röjningen utförts för sent. Högörtstyper har förekommit på ovanliga områden där gödsling innan avverkning troligtvis haft en effekt. Enligt Holmens tidigare röjningsinstruktioner som användes vid de utförda röjningarna var att på ståndortsindex (SI20+) spara 2 300-2 500 barrstammar per hektar vid röjningen (Holmen Skog 2008). Högörtstyper indikerar god bonitet och resultatet för de inventerade provytorna visade att det enbart fanns i genomsnitt 1 850 huvudstammar per ha efter röjning, varav enbart ca 1 250 huvudstammar av tall. Föryngringsresultat efter 10 år på SCA:s marker i Norrland visar på liknande resultat som denna studie i avseende på att örttyper har en lägre andel planterade huvudstammar jämfört med ristyper (Söderbäck 2012). På de lavrika markerna som inventerades, vilka indikerade lägre bonitet, fanns flest antal huvudstammar efter utförd röjning. Med Holmens nya riktlinjer för återväxt och röjning vad gäller stamantal finns en risk att tallbestånd på höga boniteter får än färre huvudstammar än vad som var tänkt. I tidigare studier från Ackzell *et al.* (1994) har självföryngrade plantor behövts i 50% av de inventerade ytorna för att uppnå en acceptabel nivå av huvudstammar. I denna studie har man inte haft möjlighet att bestämma hur stor andel av huvudstammarna av tall som var självföryngrade jämfört med planterade. Man kan dock anta att en del tallar har varit självföryngrade genom stora höjdskillnader inom de specifika provytorna.

Höjdtillväxtfunktionerna som beståndsregistret använder sig av visade på större skillnader främst på friska och torra marker, där tallen i verkligheten hade en betydligt bättre tillväxt än angivna höjdvärden i registret. Enligt Egbäck *et al.* (2017) saknas fortfarande höjdtillväxtmodeller för genetiskt modifierade tallplantor trots att 2013 var 90% av tallplanteringarna genetiskt modifierade. Deras forskning visar på att förädlade tallplantors höjdtillväxt är 19 cm högre under en 5 årsperiod jämfört med oförädlad plantmaterial. Ifall den förbättrade tillväxten håller i sig i 100 år leder det till en 3,8 meter högre höjd och därmed ett ökat ståndortsindex. Höjdtillväxtskillnaden för gran var lägre.

Den förbättrade höjdtillväxten i det förädlade plantmaterialet bör leda till ett större försprång för planterade tallar jämfört med granföryngringar vilket gör att man bör kunna röja tallbestånden tidigare i och med att tallarna tidigare når en medelhöjd av 2-3 meter utan att riskera en andra röjning.

Utifrån de bestånduppgifter som erhöles via beståndsregistret var grundförhållande den variabel som gav störst förklarandegrad vad gäller sannolikheten för att mer än en röjning kan bli aktuell. Ett ökat grundförhållande ökar risken för fler röjningar. Det kan förklaras utav att grundförhållande baseras på bärighet vilken innefattar både jordart och fuktighet som båda visar på signifikans vad gäller antalet röstammar.

Enligt en studie av Norberg (2013) kommer antalet trakter med bärighetsklass 1 & 2 att minska på Holmens skogsinnehav vid distrikt Umeå under de kommande 50 åren. Detta kommer att leda till att



fler trakter med sämre grundförhållanden kommer att öka, vilket leder till att sannolikheten för fler än en röjning ökar då fler avverkningar kommer att ske på torvmark.

## Utförandet av en 2 stegsröjning

Hur, när och om man skall utföra fler än en röjning beror på flera faktorer samt vilket mål man har med sitt skogsbruk. Utförs en tidig första röjning under 1,5 m och en slutröjning vid ca 3,5 m höjd kan tidsåtgången troligtvis hållas ner och därmed kostnaderna jämfört med om bestånden röjs senare. I normala fall hos Holmen utförs tidiga ungskogsröjningar på samma sätt som de ungskogsröjningar som röjs vid 2-3 meters höjd (Christoffersson 2018). Dels genom att instruktionerna för röjningen blir enklare och att man inte är säker på att en andra röjning behövs.

Ifall man vet att en andra röjning kommer vara nödvändig, bör man finna metoder som minskar den totala tidsåtgången vid röjningen och därmed kostnaderna. Det finns olika varianter som möjligtvis kan minska tidsåtgången bland annat punktröjning, röja till tätare förband eller genom en lövröjning. För att bestämma den mest optimala röjningsmetoden vad gäller tidsåtgången och kostnaderna i en 2 stegsröjning behövs nya tidsstudier i röjning som inte enbart fokuserar på en röjning till produktionsförband. Fokus i första röjningen bör ligga på röja bort det förväxande lövet som hämmar tallen och att i slutröjningen fokusera på att röja fram de stammar med bäst framtidsutsikter. Genom att röja ned till 2000 stammar/ha vid 3 meter ökar medeldiametern med 15% vid första gallring vid en övre höjd av 14 meter jämfört med ett stamantal av 3 000st/ha (Huuskonen & Hynynen 2006). Att däremot röja tallbestånd till 2 000 stammar/ha redan innan de nått 1,5 meter är riskabelt utifrån de viltskador som hade uppkommit i de tre studerade områdena. För att minska andelen viltskadade huvudstammar bör fler barrstammar sparas vid första röjningen för att få större valmöjligheter vid slutröjningen. Det viktigaste vad gäller en 2-stegsröjning är att identifiera vilka bestånd där mer än en röjning krävs. Denna studie visar att det främst är marker med långvarigt markvatten som har störst behov av en tidig röjning. För att minska den totala tidsåtgången för röjningen på beståndsnivå bör bestånden i större utsträckning avgränsas efter markfuktighet och lutning för att inte i onödan röja friska och framförallt torra partier mer än en gång. En tidig slutröjning leder till minskad tidsåtgång vid röjningen (SLA Norr 1991). Ett tidigt utförande av slutröjning ökar dock risken för viltskador (Ball & Dahlgren 2002) och behovet av underväxtröjning inför gallring i beståndet.

## Felkällor

Att bedöma ståndortsindex med ståndortsegenskaper är en mer osäker metod jämfört med de metoder som baseras på beståndsegenskaper (Hägglund & Lundmark 1987). Föryngringsavverkningen förändrar även markvegetationstypen vilket leder till att vissa vegetationstyper gynnas och andra missgynnas och därmed förändras boniteten (Albrektson *et al.* 2012). Generellt underskattas ståndortsindex vid användning av ståndortsfaktorer ifall man jämför med höjdutvecklingskurvor (Anerud 2003). I denna studie var boniteten för provytorna generellt lägre än beståndsuppgifterna i beståndsregistret och det fanns stora variationer inom bestånden.

Beräkningen av höjd vid röjningstillfället skulle man i efterhand inventerat på plats för att få bättre värden. Bestånden som röjdes under 2011-2013 och som haft en hög tillväxt mellan 2014-2016 gav generellt en låg höjd vid röjningstillfället på grund av beräkningarna, även fast vissa värden hade viktats upp.

Generellt fanns det fler røjstammar i de røjda bestånden. En viss andel av dessa kommer att dö pga konkurrensen med huvudstammarna. Hur stor denna andel kommer att bli är däremot omöjligt att uppskatta.

På bland annat blockrika marker hade markberedningen varit bristfällig. I både fuktklass 3 och 4 var det ibland svårt att se markberedningen. Möjligtvis hade vissa av de ytorna inte blivit markberedda, trots relativt tydliga planteringsförband.

I den insamlade datan från de orøjda ytorna saknades ytor för 2017 i området runt Vindeln (Bilaga 2 & 3).

## Slutsatser:

- Oftast räcker en röjning i Holmens ungskogar som är planterade med tall
- Ifall det är möjligt utifrån konkurrens från röstammarna är det en fördel att röja bestånden efter att de passerat 2 meter i höjd för att minska risken för mer än en röjning
- En kortare kalmarkstid gynnar de planterade tallarna genom ett ökat försprång i höjd jämfört med lövet, vilket även underlättar röjningen genom större valmöjligheter av röjningstidpunkt.
- En senare förstaröjning ger generellt ett lägre antal stubbskott från lövet.
- Sannolikheten för fler röjningar ökar med ökad markfuktighet och bonitet.
- Tidigare röjningar behöver främst utföras i delar av bestånd där rörligt markvatten finns under längre perioder eftersom lövet hämmar tallarna tidigare.
- För att identifiera dessa områden i bestånden skulle det vara möjligt att använda sig av markfuktighetskartor vid röjningsinventeringen tillsammans med IR-ortofoton.

# Referenser

- Ackzell, L., Björn, E., & Lindgren, D. (1994). Occurrence of naturally regenerated and planted main crop plants in plantations in boreal Sweden. *Forest Ecology*, 105-113.
- Agestam, E., Karlsson, M., & Nilsson, U. (2006). Mixed Forests as a Part of Sustainable Forestry in Southern Sweden. *Journal of Sustainable Forestry*, 21:2-3, 101-117.
- Albrektson, A., Elfvin, B., Lundqvist, L., & Valinger, E. (2012). *Skogsskötselserien nr 1, Skogsskötsel grunder och samband*. Skogsstyrelsen.
- Anerud, E. (2003). *Kalibrering av ståndortsindex i ett beståndsregister -en studie åt Holmen Skog AB*. Umeå: SLU - Institutionen för skoglig resurshushållning och geomatik.
- Anon. (1994). *TNC 96 Skogsordlistan*. Västervik: Sveriges skogsvårdsförbund och Tekniska nomenklaturcentralen.
- Ball, P. J., & Dahlgren, J. (2002). Browsing Damage on Pine (*Pinus sylvestris* and *P. contorta*) by a migrating moose (*Alces alces*) Population in Winter: Relation to Habitat Composition and Road Barriers. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17:5, 427-435.
- Bengtsson, A. (2017). *Skonsam markberedning för virkesproduktion och andra ekosystemtjänster*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för skogens biomaterial och teknologi.
- Bergh, J., Sallnäs, O., Blennow, K., & Nilsson, U. (2006). *Effekter av ett förändrat klimat på skogen*. SLU.
- Bergstand, K.-G., Lindman, J., & Petré, E. (1986). *Underlag för prestationsmål för motormanuell*. Forskningsstiftelsen Skogsarbeten. Redogörelse 7.
- Bergqvist, J. (2013). *Utkast: Kunskapsplattform för skogsproduktion - Tillståndet i skogen, problem och tänkbara insatser och åtgärder*. : Sveaskog
- Bernhold, A. (2008). *Management of Pinus sylvestris Stands Infected by Gremmeniella abietina - Aspects of Tree Survival, Growth and Regeneration after the Severe Outbreak in 2001*. Umeå: Faculty of Forest Sciences Department of Forest Ecology and Management.
- Egbäck, S., Nilsson, U., Nyström, K., Högberg, K.-A., & Fahlvik, N. (2017). Modeling early height growth in trials of genetically improved Norway spruce and Scots pine in southern Sweden. *Silva Fennica vol 51 no 3*, 19p.
- Energimyndigheten. (2017). *SVERIGES OFFICIELLA STATISTIK STATISTISKA MEDDELANDE EN 0307 SM 1704 Trädbränsle- och torvpriser Nr 4*. Örebro: Statistiska centralbyrån .
- Fahlvik, N., Ekö, P. M., & Petersson, N. (2015). Effects of precommercial thinning strategies on stand structure and growth in a mixed even-aged stand of Scots pine, Norway spruce and birch in southern Sweden. *Silva Fennica Vol 49 no 3*, 17p.
- Fransson, J. (2017). *Produktion av skogsplantor 2016*. Skogsstyrelsen.
- Fridman, J., & Valinger, E. (1998). Modelling Probability of Snow and Wind Damage Using Tree, Stand, and Site Characteristics from *Pinus sylvestris* Sample plots. *Scandinavian Journal of Forest Research* 13, 348-356.
- Hallsby, G. (2013). Plantering av barrträd. *Skogsskötselserien nr 3*, 53-55. Skogsstyrelsen
- Heikkilä, R., & Härkönen, S. (1996). Moose browsing in young Scots pine stands in relation to forest management. *Forest Ecology and management* 88, 179-186.

- Holmen. (2016). *Årsredovisning*. Stockholm: Holmen AB.
- Holmen Skog. (April 2008). Røjning. Örnsköldsvik.
- Huuskonen, S., & Hynynen, J. (2006). Timing and Intensity of Precommercial Thinning and Their Effects on the First Commercial Thinning in Scots Pine Stands. *Silva Fennica* 40(4), 645-662.
- Hynynen, J., Repola, J., & Mielikäinen, K. (2011). The effects of species mixture on the growth and yield of mid-rotation mixed stands of Scots pine and silver birch. *Forest Ecology and Management* vol 262 issue 7, 1174-1183.
- Hägglund, B., & Lundmark, J.-E. (1987). *Handledning i Bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem Del I Definitioner och anvisningar*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Hämäläinen, J., & Kaila, S. (1983). *Taimikon perkauksen ja harvennuksen sekä uudistusalan raivauksen ajanmenekki suhteet*. Metsätalon katsaus.
- Härkönen, S. (1998). Effects of silvicultural cleaning in mixed pine-deciduous stands on moose damage to scots pine (*Pinus sylvestris*). *Scandinavian Journal of Forest Research* 13:, 429-436.
- Härkönen, S., Miina, J., & Saksa, T. (2008). Effect of cleaning methods in mixed pine-deciduous stands on moose damage to Scots pines in southern Finland *Scandinavian Journal of Forest Research* 23, 491-500.
- Iwarsson, M. (2001). *Motormanuell røjning*. Gävle: Skogforsk, Stiftelsen Skogbrukets Forskningsinstitut.
- Johansson, K., Nilsson, U., & Örlander, G. (2012). A comparison of long-term effects of scarification methods on the establishment of Norway spruce. *Forestry: An International Journal of Forest Research, Volume 86, Issue 1, 1 January 2013*, 91-98.
- Johansson, T. (1992a). Sprouting of 2- to 5-year-old birches (*Betula pubescens* Ehrh. and *Betula pendula* Roth) in relation to stump height and felling time. *Forest Ecology and Management*, 53, 263-281.
- Johansson, T. (1992b). Dormant buds on *Betula pubescens* and *Betula pendula* stumps under different field conditions. *Forest Ecology and Management*, 47, 245-259.
- Johansson, T. (2008). Sprouting ability and biomass production of downy and silver birch stumps of different diameters. *Biomass and Bioenergy* 32, 944-951.
- Johansson, T., & Lund, J.-E. (2009). *Upprepad røjning av stubbskott - en metod för minskning av skottmängden*. Uppsala: Fakta skog - Rön från Sveriges lantbruksuniversitet Nr 5.
- Karlsson, A., & Alkbrektsson, A. (2000). *Røj på en högre nivå!* Uppsala: Fakta Skog nr 9.
- Karlsson, M., Nilsson, U., & Örlander, G. (2002). Natural Regeneration in Clear-cuts: Effects of Scarification, Slash Removal and Clear-cut Age. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17:2, 131-138.
- Ligné, D., Nordfjell, T., & Karlsson, A. (2013). New Techniques For Pre-Commercial Thinning – Time Consumption and Tree Damage Parameters. *International Journal of Forest Engineering* 16:2, 89-99.
- Lundmark, H., Josefsson, T., & Östlund, L. (2013). The History of clear-cutting in northern Sweden - Driving forces and myths in boreal silviculture. *Forest Ecology and Management* vol 307, 112-122.

- Lundqvist, L., Lindroos, O., Hallsby, G., & Fries, C. (2014). *Skogsskötselserien nr 20 Slutavverkning*. Skogsstyrelsen.
- Magnusson, L. (2010). *Tillväxt för skogssådd och plantering fram till röjning och första gallring - förnygringsmetodernas potential att uppfylla olika produktionsmål*. Umeå: Examensarbete 30hp för institutionen för skogens ekologi och skötsel.
- Magnusson, T. (2015). *Skogsskötselserien nr 13, Skogsbruk - mark och vatten*. Skogsstyrelsen.
- Mattson, S., & Bergsten, U. (2003). Pinus contorta growth in northern Sweden as affected by soil scarification. *New Forests* 26, 217-231.
- Morén, A.-S., & Perttu. (1994). *Regional Temperature and radiation indices and their adjustment to horizontal and inclined forest land*. Uppsala: Studia Forestalia Suecica 194.
- Norberg, J. (2013). *Traktegenskaper nu och i framtiden på Holmen Skog, distrikt Umeå*. Umeå: SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning.
- Norgren, O., & Christoffersson, P. (den 03 05 2017a). Holmen Skog Rutin - Røjning, plantering och utförande - Process - Odlar Skog - Sköta skog.
- Norgren, O., & Christoffersson, P. (den 10 04 2017b). Holmen Skog Rutin - Återväxt, plantering - Process - Odlar skog - Återbeskoga.
- Normark, E. (2011). *Riktlinjer för uthålligt skogsbruk*. Örnsköldsvik: Holmen Skog.
- Normark, E. (2015). *Konsten att odla skog - Holmens väg till ett uthålligt skogsbruk*. Örnsköldsvik: Holmen Skog.
- Nuutinen, T., Hirvelä, H., Hynynen, J., Härkönen, K., Hökkä, H., Korhonen, K. T., & Salminen, O. (2000). The Role of Peatlands in Finnish Wood Production – an Analysis Based on Large-scale Forest Scenario Modelling. *Silva Fennica* 34(2), 131-153.
- Palmer, S., & Truscott, A.-M. (2003). Browsing by deer on naturally regenerating Scots pine (Pinus sylvestris L.) and its effects on sapling growth. *Forest Ecology and Management vol 182*, 31-47.
- Pettersson, F. (2014). *Arbetsrapport från skogforsk nr. 845-2014*. Uppsala: Skogforsk.
- Pettersson, N., Fahlvik, N., & Karlsson, A. (2012). *Skogsskötselserien nr 6, Røjning*. Skogsstyrelsens förlag.
- Roberge, C. (2017). *Åtgärder i skogsbruket 2016*. Skogsstyrelsen.
- Romell, L. G. (1925). *Växttidsundersökningar å tall och gran*. Stockholm: Meddelanden från statens skogsförsöksanstalt häfte 22.
- Rytter, L., Hannerz, M., Högbom, L., Ring, E., & Weslien, J.-O. (2009). *Arbetsrapport från skogforsk nr 684 - Rapport för prästlönetillgångar i Svenska kyrkan - Ökad produktion i Svenska kyrkans skogar*. Uppsala: Skogforsk.
- Saksa, T., & Miina, J. (2007). Cleaning Methods in Planted Scots Pine Stands in Southern Finland: 4-year Results on Survival, Growth and Whipping Damage of Pines. *Silva Fennica* 41(4), 661-670.
- Samuelsson, H., & Örlander, G. (2001). *Rapport 80 Skador på skog*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- Skogforsk. (2006). *Skogforsk, Redogörelse nr 2*. Gävle: Skogforsk.

- Skogforsk. (2016). *Kunskap Direkt Skogsbränsle - utskrifter*. Skogforsk.
- Skogforsk. (den 30 10 2017). *Skogskunskap*. Hämtat från Ordlista:  
<https://www.skogskunskap.se/ordlista/>
- Skogsstyrelsen. (den 04 12 2017). *Äbin - Älgbetesinventering*. Hämtat från Län - Äbinresultat 2017:  
<https://www.skogsstyrelsen.se/abin>
- Skogsstyrelsen. (2017). *Skogsvårdslagstiftningen Gällande regler 1 april 2017*. Jönköping: Skogsstyrelsen.
- SLA Norr. (1991). *Prognosunderlag -Motormanuell röjning och förrensning*. SLA.
- SLU. (2016). *Skogsdata 2016 Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från riksskogstaxeringen*. Umeå: SLU Institutionen för skoglig resurshushållning.
- Storm, M. (2017). *Maskinell röjning- Ett Konkurrenskraftigt alternativ till skogsarbetare*. Raseborg: Yrkeshögskolan Novia.
- Sylvén, N. (1917). Om tallens knäcksjuka. *Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt häftet 13-14*, 1077-1140.
- Söderbäck, E. (2012). *Utvärdering av markberedning och plantering på SCA:s mark i Norrland 1998-2001 Föryngringsresultat efter 10 år*. Umeå: Sveriges Lantbruksuniversitet Examensarbete i skogshushållning, 30 hp.
- Tonteri, T., Salemaa, M., Rautio, P., Hallikainen, V., Korpela, L., & Merilä, P. (2016). Forest management regulates temporal change in the cover of boreal plant species. *Forest Ecology and Management vol 381*, 115-124.
- Uotila, K., Rantala, J., Saksa, T., & Harstela, P. (2010). Effect of Soil Preparation Method on Economic Result of Norway Spruce Regeneration Chain. *Silva Fennica*, 511-524.
- Valkonen, S., & Ruuska, J. (2003). Effect of *Betula pendula* Admixture on Tree Growth and Branch Diameter in young *Pinus sylvestris* Stands in Southern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research 18*, 416-426.
- Wallgren, M., Bergström, R., Bergqvist, G., & Olsson, M. (2013). Spatial distribution of browsing and tree damage by moose in young pine forests, with implications for the forest industry. *Forest Ecology and Management vol 305*, 229-238.
- Wulff, S., & Hansson, P. (2013). *Nationell Riktad Skadeinventering (NRS) 2012 Arbetsrapport 386*. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet Institutionen för skoglig resurshushållning.
- Äijälä, O., Koistinen, A., Sved, J., Vanahatalo, K., Väisänen, P.,(red) (2014). *Råd i god skogsvård – SKOGSVÅRD*. Skogsbrukets utvecklingscentral Tapio och Metsäkustannus Oy.
- Örlander, G., & Nilsson, U. (1999). Effect of Reforestation Methods on Pine Weevil (*Hylobius abietis*) Damage and Seedling Survival. *Scandinavian Journal of Forest Research 14:4*, 341-354.
- Örlander, G., Egnell, G., & Albrektson, A. (1996). Long-term effects of site preparation on growth in Scots pine. *Forest Ecology and Management 86*, 27-37.

## Muntliga referenser

Norgren, O. (den 09 11 2017). Skogsskötselchef för Holmen Skog - Trender i Holmens skogsvård. (J. Gotthardsson, Intervjuare)

Christoffersson, P. (2018) Verksamhetsutvecklare för vilt och skogsvård vid Holmen Skog, muntlig källa, 20180110



## Bilagor

### Bilaga 1 Beståndsuppgifter för de röjda ytorna

*Bilaga 1. Holmens beståndsuppgifter för ytor röjda 2011-2014*

*Appendix 1. Holmens register of foreststands for the choosen areas that has been cleaned between 2011-2014*

Karta	bestånd	åtgärd	hoh	tsum	gyl	bon	yta	ålder	hyggesvila	röjår
663066	8647	771	41	1281	231	5,1	1	12	1	201409
663066	8548	771	39	1283	331	8	1	12	1	201409
664069	9230	771	34	1281	132	5,1	1	12	1	201409
665070	4452	771	33	1280	131	3,7	1	14	1	201411
665070	4264	771	27	1285	421	6,8	1	14	1	201411
665070	3947	771	39	1275	331	7,4	1	14	1	201202
666069	4843	771	20	1285	231	7,4	1	14	1	201410
686057	3970	771	130	1084	231	6	1	15	2	201111
687056	6860	771	320	918	322	7,7	1	14	4	201107
687058	5319	771	340	902	321	6,8	1	15	4	201209
687059	6215	771	190	1027	421	7	1	11	2	201410
687059	2690	771	170	1046	221	6,8	1	14	4	201107
688056	4588	771	380	863	222	5,2	1	12	2	201409
688057	9272	771	280	944	222	5,2	1	11	4	201409
688058	6200	771	270	954	321	7,5	1	15	3	201205
712075	7831	771	206	878	222	4,1	1	14	4	201406
712075	873	771	127	948	321	4,7	1	14	2	201407
712076	3906	771	113	958	421	3,6	1	14	2	201412
713072	6192	771	322	776	221	5,2	1	14	2	201306
713072	5792	771	327	772	221	5,2	1	14	2	201306
713078	5136	771	83	977	321	4,7	1	15	3	201208
714076	8672	771	263	819	222	5,2	1	14	2	201307

## Bilaga 2 Beståndsuppgifter för de oröjda ytorna.

*Bilaga 2. Data från Holmens beståndsuppgifter för oröjda ytor som skall inventeras för röjning 2017-2019.*

*Appendix 2 Data from Holmens register of foreststands for the choosen areas that is set to be PCT-inventoried between 2017-2019*

Karta	bestånd	åtgärd	hoh	tsum	gyl	bon	yta	ålder	hyggesvila	röjinv
663067	6049	775	40	1283	231	7,1	1	12	1	2017
663067	3009	775	41	1284	331	6,4	1	9	2	2018
664066	3955	775	32	1286	131	5,5	1	9	1	2017
664069	9333	775	39	1277	131	5,1	1	8	1	2019
664069	6338	775	37	1281	331	6,5	1	8	1	2018
664069	5710	775	35	1283	231	6,8	1	8	1	2019
664069	6713	775	34	1283	231	5,9	1	9	1	2018
686056	1598	775	160	1060	322	5,2	1	11	2	2018
686059	9057	775	240	989	322	7	1	11	3	2017
687058	1558	775	200	1021	131	4	1	11	2	2017
687059	7136	775	160	1052	223	6,5	1	7	2	2017
688055	7578	775	380	862	332	5,9	1	11	3	2018
688055	7875	775	320	912	421	5,8	1	11	3	2018
688057	6492	775	240	979	221	6,1	1	7	1	2019
688058	6401	775	250	971	222	6,1	1	6	1	2019
712075	3627	775	203	883	211	3,4	1	9	3	2018
712077	8422	775	115	954	421	2,7	1	10	3	2019
712077	8018	775	121	949	221	4,3	1	10	3	2019
712078	8678	775	41	1016	223	4,3	1	9	1	2019
713074	2994	775	274	818	233	3,7	1	11	2	2019
713075	1149	775	201	880	222	3,7	1	10	3	2018
714072	933	775	276	812	221	4,1	1	10	2	2019
714075	2530	775	266	820	222	4,1	1	11	2	2019
713071	192	775	186	893	212	5,1	1	11	4	2018

### Bilaga 3. Data från de ytor som är planerade för röjningsinventering före röjning.

*Bilaga 3. Insamlad data från de ytor som är planerade för röjningsinventering mellan 2017 - 2019 baserat på område  
Appendix 3 Collected data from de areas that is set for PCT-inventory between 2017-2019 based on were it is located*

#### Results for röjinv = 2017

Variable	C2	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Variance	Minimum	Median	Maximum
Rantal	66	20	10800	1721	7696	59221053	1000	9000	30000
	68	30	6433	754	4131	17064368	1500	5000	17000
Rhöjd	66	20	1,925	0,103	0,461	0,212	0,800	2,000	2,500
	68	30	2,307	0,111	0,608	0,370	1,400	2,400	4,000
Hht	66	20	3,280	0,119	0,534	0,285	1,900	3,400	4,000
	68	30	1,850	0,161	0,882	0,778	0,400	2,000	3,500
Column1	66	20	0,5917	0,0312	0,1393	0,0194	0,3333	0,5914	0,8462
	68	30	1,806	0,259	1,419	2,013	0,469	1,283	5,500

#### Results for röjinv = 2018

Variable	C2	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Variance	Minimum	Median	Maximum
Rantal	66	25	8200	913	4564	20833333	1000	8000	20000
	68	30	11500	1188	6506	42327586	1000	10000	30000
	71	30	7333	746	4084	16678161	1500	6000	16000
Rhöjd	66	25	1,580	0,134	0,670	0,449	0,500	1,600	3,000
	68	30	1,723	0,134	0,734	0,539	0,500	1,500	3,000
	71	30	1,230	0,118	0,646	0,417	0,500	1,000	3,000
Hht	66	25	2,652	0,177	0,884	0,782	0,900	2,500	4,200
	68	30	1,7567	0,0939	0,5144	0,2646	0,7000	1,7000	2,8000
	71	30	2,000	0,152	0,831	0,690	0,500	1,900	3,700
Column1	66	25	0,6150	0,0451	0,2255	0,0508	0,2000	0,5714	1,0000
	68	30	1,0039	0,0653	0,3575	0,1278	0,2941	0,9896	1,5625
	71	30	0,6497	0,0495	0,2714	0,0736	0,2973	0,6000	1,4000

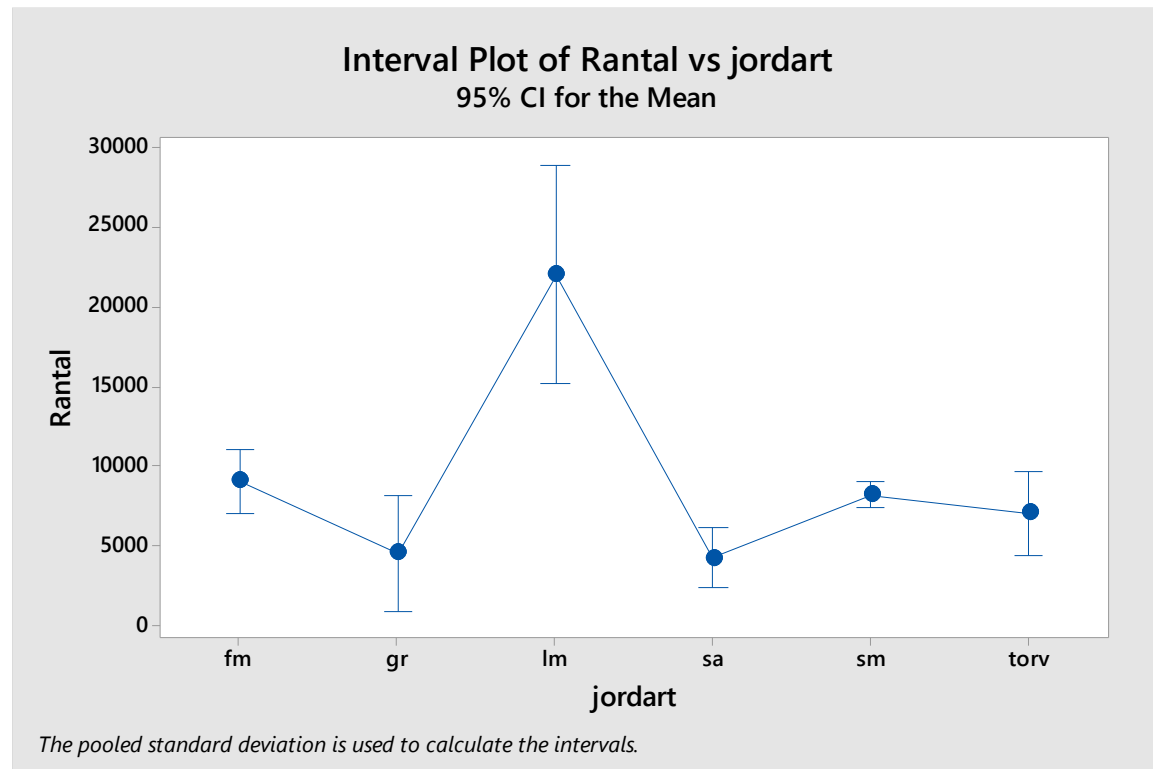
#### Results for röjinv = 2019

Variable	C2	Total Count	Mean	SE Mean	StDev	Variance	Minimum	Median	Maximum
Rantal	66	16	7844	1207	4829	23323958	2000	6500	20000
	68	20	7250	884	3955	15644737	2000	6000	14000
	71	60	5917	523	4054	16433616	500	4500	18000
Rhöjd	66	16	0,969	0,102	0,408	0,166	0,600	0,850	2,000
	68	20	0,7750	0,0660	0,2954	0,0872	0,4000	0,7500	1,3000
	71	60	0,9767	0,0663	0,5137	0,2639	0,3000	1,0000	2,5000
Hht	66	16	1,987	0,184	0,736	0,541	0,700	2,400	3,200
	68	20	1,3250	0,0680	0,3041	0,0925	0,8000	1,3500	1,7000
	71	60	1,9317	0,0637	0,4932	0,2432	0,7000	2,0000	3,0000
Column1	66	16	0,5334	0,0505	0,2019	0,0408	0,2400	0,5644	0,8571
	68	20	0,6400	0,0800	0,3577	0,1279	0,2353	0,5524	1,6250
	71	60	0,5426	0,0427	0,3311	0,1096	0,1304	0,4689	1,8750

## Bilaga 4 Antal röststammar baserat på jordart.

*Bilaga 4 Antal röststammar baserat på jordart i de oröjda ytorna, Där fm = finmo/mjåla, gr = grusig morän, lm = lerig morän, sa = sandig morän, sm = sandig-moig morän.*

*Appendix 4 Number of PCTstems based on soil type in the uncleaned areas.*



## SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2016:6      Författare: Lukas Holmström  
Restoration of degraded tropical rainforests through gap and line planting: Effects on soil and light conditions and seedling performance
- 2016:7      Författare: Lina Edgren  
Naturvård och efterbehandling i Masugnsbyns dolomittäkt
- 2017:1      Författare: Johan Åhs  
The influence of precipitation and nitrogen fertilization on aboveground tree growth and how this varies across small-scale microtopography gradients in *Pinus sylvestris* stands in northern Sweden
- 2017:2      Författare: Joshua Johansson  
Utvärdering av en markvattenmodells förmåga att estimerar markfuktighet och bärighet
- 2017:3      Författare: Stina Köppler  
Skogen som integrationsarena – kopplingen mellan svensk skogsnäring och integration
- 2017:4      Författare: Kristina Nilsson  
Överlevnad, tillväxt och snytbaggesskador i fält hos långnattsbehandlade ettåriga tallplantor med dubbelbarr
- 2017:5      Författare: Maria Jakobsson  
Naturlig förnygring efter brand – Fyra trädarters etablering i relation till mikromiljö och spridningsavstånd på Salabrännan
- 2017:6      Författare: Erik Sköld  
Lönsamhet vid fröträdsavverkningar på torvmark i östra Småland
- 2017:7      Författare: Anna Bergqvist  
Skogsbrukets brandskötsel. En intervju-undersökning utförd i Västerbotten år 2006
- 2018:1      Författare: Gustav Nord  
Tillväxteffekter för tall 33 år efter konventionell gallring och gödsling
- 2018:2      Författare: Felicia Dahlgren Lidman  
The Nitrogen fixation by cyanobacteria associated to feathermosses  
- A comparison between Scots pine and Norway spruce stands
- 2018:3      Författare: Hanna Glöd  
Forest drainage effects on tree growth in Northern Sweden. – Developing guidelines for ditch network maintenance
- 2018:4      Författare: Anna Jonsson  
How are riparian buffer zones around Swedish headwaters implemented? – A case study
- 2018:5      Författare: Martin Hederskog  
Är uteblivna bränder i skogslandskapet en bidragande orsak till igenväxning av myrmarker?
- 2018:6      Författare: Gustav Stål  
Carbon budgets in northern Swedish forests, 1800-2013

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på [www.seksko.slu.se](http://www.seksko.slu.se)